PROGETTO

ALLEGATO: "IL PROGETTO DI RICERCA"

SOMMARIO

1) DATI SALIENTI SUL PROGETTO 4
2) Titolo 4
2.1 Settore/Ambito 4
2.2 Sintesi del progetto 4
2.3 Sintesi del progetto 6
2.4 Descrizione dell'obiettivo generale del progetto 6
3) Descrizione dell'obiettivo finale 7
 caratteristiche e prestazioni da realizzare 7
 specifiche quantitative da conseguire 8
 principali problematiche di R&S 10
3.1 Descrizione degli elementi di coerenza del progetto con le strategie comunitarie, nazionali e regionali. 32
4) Durata (in mesi) e data di inizio del progetto 37
5) Luoghi di svolgimento del progetto 37
6) Responsabile del progetto 37
7) OBIETTIVI, ATTIVITÀ E TEMPISTICA 40
8) Struttura del prodotto/processo/servizio 40
9) Obiettivi realizzativi e Attività 41
OR1: Organizzazione dei dati – Il modello Unificato 41
OR2: Metodologie e tecnologie integrate per la Diagnosi 45
OR3: Metodologie e tecnologie integrate a supporto dei processi di recupero, restauro e consolidamento 56
OR4: Metodologie e tecnologie integrate il Monitoraggio 66
OR5: Metodologie e tecnologie integrate per la musealizzazione, fruizione e valorizzazione . 74
OR6: Sviluppo dei dimostratori 84
OR7: Sperimentazione delle tecnologie 93
10) Tempistica (espressa in trimestri) 98
11) Costi ammissibili 99
12.1 Verifica intermedia 101
12.2 Verifica finale 102
Novità e originalità delle conoscenze acquisibili. 105
Utilità delle conoscenze acquisibili per innovazioni di prodotto/processo/servizio che accrescano la competitività e favoriscano lo sviluppo della richiedente e/o del settore di riferimento e/o eventualmente di uno più settori/ambiti previsti dal bando differenti da quello in cui si colloca il progetto. 107
Coerenza strategica e gestione del progetto 109
Competitività tecnologica 109
Ricadute economiche dei risultati attesi 111
Previste ricadute occupazionali 115
Impatto atteso sul riposizionamento strategico del sistema socioeconomico delle Regioni della Convergenza 117
Previsione della localizzazione dello sfruttamento industriale 117
DIPIETROGROUP 123
SIPRE 124
TechLab Works 124
CNR 126
Altri costi 129
6) REQUISITI PER LA CONCESSIONE DI ULTERIORI AGEVOLAZIONI 132

Appendice 1: Riferimenti bibliografici 133
Appendice 2: Manifestazioni di interesse per il progetto IT@CHA 144

PRIMA PARTE - Proposta di Capitolato Tecnico

1) DATI SALIENTI SUL PROGETTO

2) Titolo

- Titolo del progetto: : **IT@CHA – Tecnologie Italiane per applicazioni avanzate nei Beni Culturali**
- Titolo del progetto in lingua inglese: **IT@CHA – I**talian **T**echnologies for **A**dvanced application in **C**ultural **H**eritage **A**ssets
- Soggetto proponente*:* Di seguito si riportano le denominazioni dei soggetti proponenti

1	**CETMA**
2	**Infobyte@ srl**
3	**Quadra T.V. scarl**
4	**AGEOTEC srl**
5	**Dipietro Group srl**
6	**TERIN**
7	**SIPRE srl**
8	**TechLab Works sas**
9	**Caccavo srl**
10	**Cultura e Innovazione S. c. a r. l. - Distretto tecnologico dei beni culturali della Calabria**
11	**CNR-INO-ISTM-IC**
12	**ENEA**
13	**Università del Salento**
14	**Università di Palermo**
15	**Università della Calabria**

2.1 Settore/Ambito

Beni Culturali

2.2 Sintesi del progetto

Secondo le nuove linee guida definite dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali in concertazione con le Soprintendenze territoriali, il macro-processo di gestione tipico de i beni culturali (Beni archeologici, storico artistici, architettonici ed ambientali, subacquei) è costituito dalle seguenti fasi: studio storico/tecnico, diagnosi, intervento, monitoraggio conservativo, musealizzazione e fruizione, valorizzazione.
Nell'ambito di ognuna delle fasi del processo, si sono susseguiti negli ultimi anni diversi progetti, sia sul fronte tecnico-umanistico che sulla sperimentazione di nuove tecnologie più o meno integrate tra di loro. Il settore è costellato di interventi spot, fortemente monitorati dalle soprintendenze, ma spesso scollegati tra di loro, tanto da far disperdere buona parte del tesoro di informazioni che inevitabilmente questi progetti generano. Dati ed informazioni che nel migliore dei casi rimangono ad appannaggio soltanto di una ristretta cerchia di addetti ai lavori.

Gli obiettivi che nel progetto di ricerca industriale IT@CHA si vogliono perseguire sono:

- ***Obiettivo Strategico 1***: Definire una visione integrata delle risorse metodologiche e tecnologiche dispiegabili in ogni fase del processo di gestione di un bene culturale
- ***Obiettivo Strategico 2***: Sviluppare nuove tecnologie iniettabili nelle diverse fasi del ciclo di vita/gestione del bene culturale
- ***Obiettivo strategico 3***: Investire in tecnologie e metodologie per la valorizzazione del bene culturale che sfruttino appieno le potenzialità delle moderne architetture ICT, le piattaforme interattive multicanale, la convergenza dei media

Vediamo in dettaglio ogni obiettivo in termini di problematiche di R&S, metodologia proposta dai partner per il raggiungimento dello stesso e mercato potenziale dei risultati ottenibili.

Obiettivo Strategico 1

L'obiettivo 1 è fondamentalmente dedicato ad azioni di *scouting ed audit tecnologico* sia sul fronte dei diversi progetti finanziati in passato nel nostro paese, ma anche e soprattutto sulle *best practice* attuate da soggetti pubblici e privati. L'indagine sarà allargata agli operatori dell'intera filiera della gestione del bene culturale in Italia. Gli obiettivi di audit saranno principalmente due:

- Audit tecnologico: ovvero qual'è lo stato dell'arte delle tecnologie e metodologie che il mercato, ma anche la ricerca, offre;
- Audit verso gli attori della filiera: ovvero quali sono le reali necessità del settore, e degli attori che in esso operano, nelle diverse fasi del processo di gestione;

Al fine di affrontare questa fase così delicata sarà messa a punto una piattaforma che sarà in grado di supportare tutto il processo di Auditing. Fornendo interessanti automatismi per colloquiare in modo agile con gli operatori anche su scala geografica.

Obiettivo Strategico 2

In termini strettamente tecnologici, tanto è stato fatto negli ultimi anni nella messa a punto di nuovi strumenti in tutte le fasi del processo di gestione del bene culturale. Si pensi a Progetti come SIDART (MIUR 2001)- Sistema Integrato per la Diagnosi dei B.C.; BLU-ARCHEOSYS (MIUR 2004) Tecnologie innovative per l'archeologia subacquea, MESSIAH (MIUR 2005);
Ognuno ha proposto soluzioni interessanti ed innovative su determinate linee di intervento. Nel progetto IT@CHA i partner, molti dei quali attuatori in diversi progetto prima citati, propongono nuove soluzioni ed evoluzioni di tecnologie il cui studio è stato avviato negli anni precedenti, con una formula del tutto innovativa che potrebbe essere ricondotta al motto: "Nuovi strumenti di conoscenza agili, per tutti e sopratutto integrati tra di loro". Il termine integrazione comporterà un grande sforzo nella direzione di individuare uno standard di rappresentazione delle informazioni che erediti quanto di meglio realizzato in precedenti progetti eliminando nello stesso tempo gli errori e le imperfezioni ed ampliando la struttura con l'obiettivo di ottenere l'unificazione totale delle strutture dei dati. Gli ambiti di intervento riguarderanno tutte le fasi del processo di gestione del bene culturale con particolare attenzione a:

- Tecnologie di diagnosi per immagini
- Tecnologie di diagnosi analitica
- Tecnologie di diagnostica chimica
- Tecnologie per lo studio della morfologia
- Tecnologie per il monitoraggio per e post intervento
- Tecnologie per l'intervento e la conservazione.
- Tecnologie per la musealizzazione (anche in situ)
- Tecnologie per la fruizione (agile, virtuale, immersiva, multicanale, multisensoriale,

multiutente)

- Metodologie e tecnologie per la valorizzazione

Obiettivo Strategico 3

Le diverse esperienze di valorizzazione tecnologica dei beni e delle eccellenze di un territorio hanno molto spesso prodotto risultati notevoli dal punto di vista della virtualizzazione e dell'arricchimento multimediale ed informatico del bene valorizzato, esperienze che però hanno la caratteristica della non essere immediatamente ripetibili, se non ripercorrendo la maggior parte delle operazioni e delle realizzazioni software necessarie. D'altra parte le recenti innovazioni tecnologiche e "culturali" nell'ambito della divulgazione-fruizione multimediale consentono una sofisticata rappresentazione della realtà con tecniche di ricostruzione tridimensionale, unite a potenti software di visualizzazione, interfacce di interazione e reti internet, consentendo al fruitore la sensazione di vivere nella realtà ricreata e arricchita artificialmente, con diversi gradi di realismo e coinvolgimento. L'obiettivo è pertanto quello di individuare tecnologie abilitanti come sistemi orientati alla valorizzazione e la promozione multimediale del patrimonio artistico, storico ed in generale di tutte le eccellenze del territorio (piattaforme ICT verticali, Social Network, Comunicazione Multicanale interattiva, digitale terrestre, etc).

2.3 Sintesi del progetto

The project aim is to study, develop prototype and test advanced technologies (tools and systems) and procedures (methods and guidelines) related to the management of cultural heritage. IT@CHA will enable a cross application of advanced technologies to each phase of the management itself: the historical/technical study; 2) the diagnostic phase; 3) the intervention phase, 4) the monitoring phase, 5) the musealization phase; 6) the valorization phase. IT@CHA will suggest tailor-made technological solutions for technicians, operators, public agencies, general public and tourists directly or indirectly involved in the cultural sector either to measure , or analyze, or assess or enjoy it so as to raise the awareness and visibility of cultural heritage.

2.4 Descrizione dell'obiettivo generale del progetto

L'obiettivo finale del progetto è lo studio, la messa a punto prototipale e la sperimentazione di tecnologie (strumenti e sistemi) e metodologie (procedure e linee guida) innovative che trovano applicazione in diverse fasi del processo di gestione del bene culturale. Le fasi a cui si fa riferimento sono: 1) lo studio storico tecnico; 2) la diagnosi 3) intervento; 4) il monitoraggio conservativo; 5) la musealizzazione e la fruizione; 6) la valorizzazione.

In ogni fase sopra indicata, IT@CHA propone soluzioni tecnologiche in grado di supportare tecnici, operatori, enti tutelanti e singoli interessati come i cittadini e turisti nel complesso processo del rapportarsi al bene culturale, ora per misurare, ora per valutare ora per fruirne e comprenderlo.

3) Descrizione dell'obiettivo finale

- ***caratteristiche e prestazioni da realizzare***

Il "Funzionameno" dei risultati del progetto può essere schematizzato in una sequenza metodologica volta alla gestione del ciclo di vita del bene culturale. Ogni fase della sequenza, che vedremo di seguito nel dettaglio, ha la caratteristica di generare dati ed informazioni utili all'ente gestore preposto alla tutela, ma anche al consumatore finale: il cittadino, il turista, lo storico etc..
Sul piano dell'informazione pertanto è necessario fare ordine sulla modalità con cui questa viene organizzata, gestita e veicolata verso chi è interessato ad archiviarla per qualsiasi motivo.
Vediamo nel dettaglio la sequenza di rifierimento, e per ogni fase della stessa le motivazioni per investire nelle tecnologie proposte dal progetto.

1) Lo studio Storico/Tecnico: Riguarda l'insieme di analisi e ricerche volte alla collocazione storica dell'oggetto di indagine, alle sue origini, le vicissitudini, le correlazioni territoriali ed antropologiche. In questo ambito il progetto propone una linea di ricerca volta alla definizione di uno standard (partendo da risultati già conseguiti a livello nazionale) che sia in grado di soddisfare tutti i soggetti della filiera della conoscenza del bene culturale. L'obiettivo sarà costitutito da un "modello" costituito da ENTITA' (OGGETTI) e RELAZIONI tra di essi che sarà in grado non solo di descrivere il dominio della conoscenza storico/tecnica del bene culturale ma anche di prevederne le possibili evoluzioni. La proposta di uno standard di fatto implica la possibilità di rendere convergenti (intrinsecamente integrate) le tecnologie proposte nelle altre fasi del progetto, purchè esse siano in grado di produrre dati nel formato previsto dal modello unificato
2) La diagnostica: L'elemento caratterizzante nella diagnostica è l'indagine oggettiva volta alla determinazione dei processi di degrado, dello stato di conservazione e della conoscenza oggettiva delle caratteristiche del bene culturale. In questo ambito il progetto IT@CHA propone essenzialmente due linee di ricerca industriale, ognuna delle quali occupa uno spazio consistente in termini di risultati ed in termini di investimenti previsti:
    a. Studio e messa a punto di strumenti e tecnologie per al diagnostica oggi non disponibili, pertanto innovativi, che siano in grado di misurare i parametri legati in qualche modo allo stato i salute del bene culturale ed ai processi di degrado in atto;
    b. Studio di Metodologie innovative per la diagnosi, ovvero la determinazione di nuove prassi e nuovi processi, in cui, mettendo in cascata l'impiego integrato di tecnologie esistenti e/o innovative (ovvero oggi ancora non disponibili); si riescono ad ottenere informazioni diagnostiche più complete, ad alto grado di correlazione, più ampie, più precise.
3) L'intervento: in tema di intervento negli ultimi anni vi è la consapevolezza di dover adoperarsi per fermare l'azione distruttiva del tempo, limitandosi a consolidare, ed evitando qualsiasi azione volta alla ricostruzione di parti mancanti (lacune) in modo posticcio. Il risultato è quello di dover inevitabilmente investire in tecnologie realmente appetibili dal mercato, ovvero quelle volte al consolidamento limitando nella schera del virtuale le azioni ricostruttive. Un capitolo importante pertanto si apre per i materiali consolidanti, ma anche per gli ambiti (es il recupero architettonico) in cui si prevede l'azione di rinforzo con metodologie reversibili. Il progetto IT@TACHA propone alcune possibili e futuribili soluzioni.
4) Il monitoraggio conservativo: Dopo l'azione di recupero, restauro conservativo, consolidamento, etc.. è necessario vigilare sulla salute del bene culturale intervenendo laddove lo si ritenga necessario con ulteriori interventi. In questo specifico ambito il progetto IT@CHA propone due linee di ricerca anch'esse volte alla messa a pppunto di tecnologie innovative:

a. Tecnologie per il monitoraggio del BC in quanto tale.
b. Tecnologie per il monitoraggio dell'ambiente in cui BC è inserito

5) La musealizzazione e la valorizzazione: L'ultimo atto del ciclo vita del BC è la musealizzazione (rendere disponibile agli altri). In fase il progetto cerca di dare risposte con soluzioni tecnologiche che sfruttano al massimo la multisensorialità e l'immersività in ambienti virtuali. Il concetto di virtualizzazione è però estremizzato grazie all'intervento di alcuni partner con enorme esperienza nel settore, anche con tecnologie di Realtà Aumentata, ovvero la possibilità di osservare il reale e sommare su di esso una serie di oggetti ed informazioni virtuali contestualizzate. Nasce così il concetto di Visual Information System, ovvero un sistema informativo in cui la componente di visualizzazione sfrutta lo stato dell'arte tecnologico e lo applica alla fruizione. Un elemento di innovazione proposto in IT@CHAè dato dalla possibilità di rendere queste tecnologie trasportabili in kit istallabili su Pulman. Ciò rende la proposta non vincolata sul sito, massimizzando le prospettive di ricaduta dei risultati anche sul settore turismo.

- ***specifiche quantitative da conseguire***

Di seguito si riportano le specifiche quantitative delle principali tecnologie che il progetto IT@CHA propone in ogni fase del processo di gestione del Bene Culturale.

Fase di Studio Storico/Tecnico

- Standard per la rappresentazione dei dati
  - Copertura del dominio pari a 100%
  - Estensibilità nel tempo
  - Modello in 1° forma normale

Fase di diagnosi

- sistema per la fusione di dati diagnostici spazialmente risolti
  - fusione 2D su 2D e 2D su 3D anche a risoluzione non omogenea
  - numero massimo dei punti su un range-map: 1.000.000
  - visualizzazione stereo: attiva ed anaglifica
  - exporting dei dati: ply, 3ds, vrml, obj, stl
  - range di funzionamento algoritmo di decimazione: min 5% - max 99%
  - output: video, plotter
- sistema per l'analisi dei pigmenti
  - mappa di segmentazione del dipinto sulla base di informazione spettrale (informazione puntuale). Visualizzazione risultato mediante falso colore
  - mappa di segmentazione del dipinto per ciascuna banda acquisita (informazione spaziale). Visualizzazione risultato mediante falso colore
  - Mappatura nello spazio Euclideo dei cluster individuati
- sistemi per metrologia a colori e subacquea operante su piccola/media scala
  - profondità di lavoro oltre 100m;
  - imaging bidimensionale a 6 bit (livelli di grigio);
  - risoluzione laterale inferiore al cm a 3 metri di acquisizione;
  - accuratezza in range migliore di 10^{-2}
  - operatività in acqua con visibilità a 20m;
  - controllo remoto della testa ottica (fino a 30 m con fibra ottica);
  - lunghezza del fascio 405 nm ca.
  - tempo di quadro inferiore a 5 secondi;
  - sistema di acquisizione entro i 100 m;
  - sistema di acquisizione oltre i 100 m;

- microscopio portatile multispettrale per misure di fluorescenza UV-VIS
  - microscopio per misure di fluorescenza UV e luminescenza nel range spettrale di ripresa
  - dimensioni: < 150x150x500 mm^3
  - peso: < 3 kg
  - risoluzione immagini digitali: > 1000x1000 pixel
  - ingrandimento: > 50X
  - risoluzione spettrale: 10nm
  - range spettrale: 400-700nm
- sistema integrato per l'analisi della composizione isotopica di matrici organiche complesse
  - Massa minima dei campioni organici analizzabili 100 µg;
  - Precisione nella misura del termine $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ mediante IRMS: migliore di 0.05‰;
  - Fondo del sistema di combustione e trasporto corrispondente a $^{14}C/^{12}C<10^{-14}$;
  - Corrente di ioni negativi estratta dalla sorgente a catodo gassoso > 1µA;
  - Precisione nella misura del rapporto $^{14}C/^{12}C$ mediante AMS: 0.5 %;
  - Precisione nella misura del rapporto $^{13}C/^{12}C$ mediante AMS: 0.05 %;
- sistema per analisi multi tecnica per la diagnostica non distruttiva dei beni culturali
  - Risoluzione in energia del rivelatore per raggi X < 150 eV a 5.9 keV;
  - Sensibilità analitica per elementi minoritari pesanti: 100 ppm;
  - Flusso di fotoni x dal sistema di generazione x > 10^5 cps;
  - Limite di rilevabilità mediante il sistema PIXE per Si <0.3 % in peso;
  - Accuratezza delle determinazioni composizionali quantitative migliore del 10%
- sistema: LDI-MS
  - Intervallo minimo di rapporto massa/carica investigato 200-1000 amu
  - Superficie campionata inferiore a 3 mm
  - Software di gestione ed acquisizione dati dedicato
  - Densità di potenza della radiazione depositata inferiore a 1 W cm-2

Fase di recupero, restauro e consolidamento

  - Adesione del materiale composito innovativo al substrato (muratura) > 2 N/mm2
  - Variazione percentuale delle proprietà meccaniche o della costante di calibrazione dei sistemi smart successivamente a prove di invecchiamento < 5 %

Fase di monitoraggio

- Sistema display olografico e proiezione su schermo per visualizzazione di dati 3D o olografici
  - Sistema di display formato da un laser a stato solido, uno spatial light modulator (SLM) più alcuni componenti ottici.
  - caratteristiche SLM : 1920 X 1080 pixel , pixel pitch: 8 micron, frame rate: 60 al secondo.
  - caratteristiche laser: laser a stato solido monocromatico con emissione alla lunghezza d'onda di 532 micron (verde).
  - Dimensioni sistema: 40 x 50 x 25 cm3
  - peso sistema: 15 kg
- Autonomous underwater vehicle (AUV)
  - Profondità operativa 3000mt implementabile a 6000mt
  - Velocità di survey 2/3 msec
  - Velocità di punta 8 nodi
  - Misure di massima: Diametro 0,80 mt , Lunghezza 5mt, Peso 900Kg
  - Autonomia a pieno regime 18h
  - N°1 Sistema Foto/Video ad immagazzinamento di immagine e costruzione mosaico

- N°1 GPS in differenziale posizionamento centimetrico
- N°1 INS acronimo inglese di piattaforma di navigazione inerziale
- N°1 DVL
- N°1 Gyro in fibra ottica
- N°1 USBL sistema di posizionamento subacqueo di tipo acustico
- N° 1 Multibeam
- N°1 Sonar panoramico multibeam
- N°1 SSS (Side Scan Sonar)
- N°1 SBP (Sub Bottom Profile) 2d e 3d
- N°1 Magnetometro per il rilevamento di target metallici, sia esposti che interrati , giacenti lungo la rotta di transito dell'AUV.
- Sensori e/o strumenti forniti dai partner del progetto.

Fase di fruizione e valorizzazione

- centro per il mantenimento dei dati
  - Ordine di grandezza della capienza: tera byte
  - Accessi simultanei: 100.000
  - Protocollo di esposizione dei servizi: SOAP
- piattaforma di fruizione mobile adattiva e multicanale
  - Configurazione *al volo*: 30 min
  - Configurazione su sito: 7 minuti
- sistema indossabile per la fruizione in AR
  - Sistema di tracking: con marker
  - Dimensione della banca dati dei contenuti 3D: 10 modelli
  - Frame rate minimo: 24 fps
  - Interconnessione: wireless, distanza max funzionamento (entro 50 m)
  - Intercettazione di zona: rfid UHF (869-915 MHz)
  - Coesistenza nella medesima zona: fino a 20 dispositivi
- fruizione virtuale in modalità "Steet View"
  - Tecnologia Sensori: CMOS
  - Piattaforma di elaborazione immagini: DSP con HW dedicato
  - Sistema di matching sensori: tecnologia SIFT
  - Angolo di visuale 360º orizzontale , 240º verticale
  - Compressione flusso video: MPEG4 SP, MJPEG
  - Frame rate minimo: 15 fps
  - Connessioni esterne: Ethernet, RS232, GPIO
  - Visualizzatore Video: ActiveX integrabile in browser
- Piattaforma GIS
  - Copertura pari a 100% in termini di dati georiferiti disponibili nel database relazionale unificato e visualizzati nella piattaforma;
  - Tipi di carte/layer: >= 5 (solo come esempio citiamo: luoghi, beni, interventi, immagini di diagnosi, indicatori di rischio di un bene, dati di monitoraggio, eventi)

- ***principali problematiche di R&S***

<u>Problematiche di R&S relative all'OR1</u>

Ad una lettura superficiale dei contenuti dell'OR1 potrebbe apparire che il problema della standardizzazione sia stato già affrontato e risolto. Un esempio potrebbe essere il lavoro importante svolto in questo ambito dall'Istituto Centrale del Catalogo e della Documentazione (ICCD).

Entrando nel merito tecnico della questione possiamo vedere che in realtà quello definito dall'ICCD non è uno standard dei Dati ma uno standard di Catalogazione, ovvero affronta il problema del processo di catalogazione ma non il problema di creare una ontologia di dominio strutturata secondo il modello universalmente riconosciuto (relazionale, ad oggetti, etc..) che possa assurgere a standard prima nazionale e poi europeo. Infatti, leggendo attentamente le specifiche ICCD possiamo vedere che i dati relativi a beni culturali altro non sono che delle schede molto dettagliate sugli elementi che ogni tipologia di bene deve per forza di cose avere per essere catalogato. La scheda diventa pertanto un percorso obbligato per chi deve catalogare in cui è necessario individuare determinate informazioni le quali possono essere obbligatorie o opzionali. Una volta definita la scheda esiste la possibilità di catalogare utilizzando un opportuno client sviluppato ad hoc.
Dalla descrizione appena data è evidente che il lavoro è stato condotto solo su lato utente, infatti la struttura relazionale che è preposta a contenere i dati risulta non nota e proprietaria.
L'OR1 mira invece ad investigare sulla possibilità di creare un modello relazione completamente integrato, che costituisca una **base ontologica aperta** da mettere a disposizione della comunità scientifica ed industriale: in definitiva si propone uno standard.
Un approccio similare è stato già affrontato con successo in altri contesti applicativi. Un esempio concreto è STEP ovvero lo standard ISO (STandard for the Exchange of Product model data - "Norme per lo Scambio dei dati dei Prodotti"). Se si analizzano le varie declinazioni di questo standard si può osservare che STEP rappresenta un meta modello relazionale costituito esclusivamente da entità e relazioni basate su template in grado di prevedere anche l'evoluzione nel tempo del settore. Nel momento in cui lo standard è stato riconosciuto, la maggior parte delle industrie ICT impegnate nella produzione di sistemi CAD hanno prodotto moduli per l'esportazione dei propri modelli geometrici in STEP: il primo passo verso l'integrazione è stato fatto!
Anche nel settore dei Beni Culturali, è possibile, secondo i proponenti, tracciare una strada similare ed il progetto IT@CHA vuole porre le prime fondamenta. Le schede ICCD diventano quindi requisiti per la definizione dello standard, e cositutiscono un importante dato input alle attività di ricerca dell'OR1. Per quanto riguarda la ricerca di un modello di dati che si baserà su relazioni semantiche in un'ottica web 3.0 le problematiche di ricerca riguardano :

- l'individuazione delle regole per codificare le fonti informative non strutturate del dominio BC;
- la codifica, con gli stessi criteri, di tutte le fonti informative non strutturate nel dominio BC;
- adozione di un linguaggio di markup condiviso rappresenti esplicitamente il significato e la semantica dei termini con vocabolari e relazioni tra i termini.
- Il raggiungimento di un modello in grado di prevedere le evoluzioni del settore
- La definizione di linee guida per essere standard *complient*

L'accesso ai dati standardizzati avverrà come riportato di seguito tramite una piattaforma orientata ai servizi (architettura SOA). Un esempio di applicazione è quello della valutazione del rischio e della pianificazione degli interventi. Le problematiche tecnico-scientifico da risolvere possono essere focalizzate principalmente nella conversione dei risultati dell'analisi globale del contesto di Beni Culturali in relazione alle attività del "risk management" , in diagrammi di causa-effetto (qualitativo/quantitativo) per permettere di comprendere meglio il processo in esame e quindi "tradurre" tale conversione in un modello di simulazione dinamico.

Una seconda linea di ricerca nell'OR1 riguarda lo studio di un centro servizi per l'accesso e la gestione dei dati che funzioni in architettura SOA. Il centro servizi sarà studiato in modo da:

- Essere conforme allo standard messo a punto nella fase precedente dell'OR'1
- Fornire i dati ed informazioni attraverso una architettura a servizi WEB (SOAP) e tramite il paradigma *Software as Service (SaaS)*

Nel corso dell'ultimo decennio ENEA ha continuato ad arricchire l'insieme delle risorse dedicate al calcolo scientifico integrando man mano quanto messo a disposizione dallo sviluppo impetuoso delle tecnologie informatiche. Tale processo è stato facilitato dalla creazione di una infrastruttura software caratterizzata da stabilità e flessibilità in modo da fornire ai ricercatori ENEA e ai loro

collaboratori un accesso semplice, integrato ed omogeneo alle nuove risorse via via messe a disposizione.
Tale infrastruttura è stata implementata sin dall'inizio basandosi sul paradigma del GRID Computing che permette di integrare in una architettura integrata (ENEA-GRID) risorse di calcolo eterogenee distribuite geograficamente, come è il caso di ENEA che ha svariate sedi sul territorio nazionale di cui le 6 principali sono dotate ognuna di un centro di calcolo.
In particolare i componenti principali del middleware di ENEA-GRID sono il file system distributito AFS, attualmente disponibile in ambito Open Source sotto il nome di OpenAFS, il sistema di autenticazione Kerberos 5, anch'esso Open Source nella implementazione MIT, il sistema di gestione di risorse LSF Multicluster ed infine una interfaccia grafica di accesso basata su java e le tecnologie Open Source NX. L'insieme di questi componenti è stato adattato ed integrato con elementi software specifici per le caratteristiche di ENEA-GRID. L'accesso remoto alla visualizzazione anche 3D del dato sia esso scientifico che virtuale è ottenuto grazie alla nuova piattaforma sviluppata da ENEA all'interno della GRID denominata ARK3D. E' Possibile da qualsiasi postazione remota accedere all'applicazione e quindi al dato da visualizzare senza la necessita di installazioni e trasferimento dati sul pc dell'utente, garanetdo semplicita ma anche protezione del dato stesso.
L'obiettivo è quello sviluppare all'interno dell'infrastruttura ITC esistente una architettura di riferimento orientata alla fruizione remota ed integrata di servizi (SOA) per il processo di gestione del Bene Culturale costituito da varie fasi che coinvolgono attori e procedure differenti.
Architettura significa insieme di regole finalizzate a raggiungere un determinato obiettivo e quindi anche una SOA si avvale di una serie di strumenti che permettono di definire e di descrivere i flussi di dati affinché siano accessibili via Web o comunque da remoto indipendentemente dal terminale dell'utente.
Da un punto di vista logico, per strutturare i servizi servono:
-Un linguaggio comune che permetta agli utenti di individuare, richiedere e ottenere i servizi;
-Regole chiare e persistenti tra il fornitore di servizi e gli utenti, regole che devono essere comprensibili alla componente umana e gestibili dalla componente informatica;
-Un canale di comunicazione sicuro, semplice, ad alta prestazione, su cui possano avvenire la comunicazione con gli utenti. Quest'ultimo elemento dell'architettura SOA agisce come layer middleware di astrazione all'interno dei sistemi informativi e rende disponibili i servizi tra i vari sistemi e le nuove applicazioni.
La prima azione da compiere quindi è l'integrazione dei processi end to end, l'unificazione della base dati e il consolidamento delle risorse ITC esistenti: all'interno di questo quadro di riferimento verranno di volta in volta attivati i singoli servizi, a seconda delle priorità in termini di efficienza e di innovazione esistenti nelle singole fasi di gestione dei dati. Ognuna delle fasi a cui è sottoposto il Bene Culturale, richiede l'accesso al dato relativo al bene stesso. Questo può essere lo studio storico ma anche lo stato di conservazione piuttosto che gli interventi conservativi o la semplice fruizione per la valorizzazione remota. Considerando la diversità di intervento richiesto, l'accesso oltre a garantirne il flusso in entrata del dato, deve garantirne anche l'analisi con applicazioni dedicate tramite interfacce Web standardizzate. La conservazione del dato dovrà essere garantita in termini di sicurezza sia per la transazione con sistemi di autenticazione centralizzata che con sistemi di backup automatici.

Problematiche di R&S relative all'OR2

L'OR2 si apre con una attività che consente di fare un ponte tra i risultati dell'OR1 e le attività dell'OR2. Ovvero se l'output del primo è uno standard, ovviamente va studiato il meccanismo tramite il quale uno strumento nato per fare diagnosi (pertanto produce dati) deve impacchettare i dati secondo lo standard, ovvero diventa *standard complient*. A tal proposito ci viene in aiuto XML, che sarà la base di partenza per risolvere il problema.

Le successive attività sono esclusivamente tecnologiche vediamo le problematiche di R&S per ogni tecnologia proposta sia essa HW che SW.

Problematiche di R&S su Datafusion

La necessità di elaborare dati provenienti da diverse sorgenti sfrutta la tecnica del data fusion, che di recente ha visto una grande crescita nella comunità NDE (Non-Destructive Evaluation).
Le attività di valutazione e controllo industriale hanno beneficiato dell'applicazione di molteplici tecniche NDE, che possono garantire maggiori affidabilità e flessibilità.
Gli approcci base per la fusione di dati includono la fusione di dati provenienti da diversi sensori e/o dallo stesso sensore in condizioni diverse (o con parametri diversi). **Eddy current testing (ET)** è un popolare metodo elettromagnetico con una serie di applicazioni industriali. Un'immagine ET C-scan ha due componenti: la parte reale e la parte immaginaria dell'impedenza.
Ultrasonic testing (UT) utilizza onde acustiche ad alta frequenza. Un'immagine ad ultrasuoni processata (denoised) con un algoritmo morfologico è stata fusa con un'immagine ET attraverso un'operazione AND da Song e Udpa per trarre vantaggio da entrambi i metodi. La visualizzazione 3D può offrire una visione virtuale all'interno di strutture e oggetti..
Fusion of Thermography Data: un pannello composito è stato ispezionato con ET C-scan e prove termografiche a infrarossi (IR). La fusione di immagini ottiche e IR è stato anche trovato in applicazioni sul controllo dei difetti di costruzione.
I risultati di ispezioni da radiografia, C-scan a ultrasuoni ed emissione acustica, sono stati fusi per costruire una mappa completa dei difetti in un materiale composito in fibra rinforzata.
Un sistema disponibile in commercio integra ispezioni ottiche automatizzate e tecniche di ispezione automatiche a raggi X per rilevare errori gravi e sfuggenti su circuiti stampati.
Diversi algoritmi sono stati sviluppati per particolari applicazioni. La descrizioni di metodi come media, inferenza classica, o test del rapporto di verosimiglianza.
Una importante applicazione sw è stato implementata per creare una corrispondenza dei dati tra una superficie triangolata e immagini digitali. L'obiettivo è quello di collocare le informazioni del colore presenti in immagini ottenute con altri strumenti di diagnosi sul modello 3D della superficie proveniente da scansione laser. L'algoritmo implementato è l'**equazione DLT** (Direct Linear Transformation). In alcuni casi può essere utilizzato anche un algoritmo omografico.
Optimization Methods: un tentativo di applicare alle immagini NDE l'approccio di fusione dati "optimal pixel-level" è l'approccio LMMSE. Questo approccio è considerato un metodo system-based. **MRA Approaches:** lo schema di una procedura di fusione di immagini a multirisoluzione è duplice: uno è l'uso di algoritmi multirisoluzione per la decomposizione e la ricostruzione di immagini, l'altro è la regola di combinazione per i set di coefficienti nel dominio trasformato.
Heuristic Methods: uno dei metodi euristici è NN. Studi sulla fusione di dati NDE con NN sono stati eseguiti presso il Material Assessment Research Group, Iowa State University. In effetti NN effettua un lavoro di mappatura: classificazione e caratterizzazione.
I **metodi probabilistici** includono l'inferenza Bayesiana, DS evidence reasoning, e la teoria degli insiemi fuzzy. Questi metodi sono gli strumenti preferiti per svolgere un lavoro di classificazione.

Problematiche di R&S su clustering di dati multi spettrali

Si tratta di tecniche e tecnologie per Analisi dei pigmenti di superfici dipinte. I parametri descrittori, per essere validi, dovrebbero risultare insensibili agli effetti indotti sulla regione analizzata da operazioni quali la traslazione, la rotazione ed il cambiamento di scala. Tra questi termini di raffronto, assumono grande rilevanza quelli che descrivono le caratteristiche quali tessitura, forma e colore. Il concetto di texture (tessitura in lingua inglese), è un concetto intuitivo, per il quale non esistono definizioni formali. Per l'analisi e la descrizione della tessitura di una regione, esistono tre approcci fondamentali: statistico, strutturale e spettrale. Tra le tecniche di analisi della tessitura proposte in letteratura, vi sono da considerare quelle basate su banchi di filtri di Gabor dimensionati a priori o individuati in maniera non-supervisionata, ovvero andando a ricercare una appropriata

rappresentazione di funzioni che permettono di ricostruire il segnale in maniera efficiente (tecniche di Pursuit). Tali caratteristiche vengono poi estratte e fornite in input ad un classificatore. Nella maggior parte dei casi, le classi di appartenenza di tali descrittori non sono note a priori, pertanto vanno utilizzate tecniche di clustering non-supervisionate, al fine di trovare quella rappresentazione di prototipi di cluster che meglio approssimano la distribuzione di probabilità dei dati. In letteratura, tecniche neurali basate su Self-Organizing maps e relative estensioni sono state proposte sia per cluster di dati sensoriali con drift di parametri, che per la segmentazione di immagini satellitari (in cui in questo caso vi è una stretta correlazione col problema di caratterizzazione dei pigmenti, dal momento che si ha a disposizione un dataset similare - multispettrale).

Problematiche di R&S su Sistemi di scansione radar

Da tempo sono reperibili commercialmente dispositivi ottici impieganti fasci laser impulsati per sondare superfici remote di oggetti al fine di ricostruirne la mappa e misurarne le tre dimensioni . Le applicazioni più correnti spaziano dall' architettura , alla progettazione di impianti e al monitoraggio di stati di degrado su beni artistici e monumenti. Le tecniche usate prevalentemente nei dispositivi commerciali sono quelle della triangolazione e della misura del tempo di volo degli impulsi dal trasmettitore al bersaglio e ritorno al ricevitore.

Il risultato che si ottiene in mappature con queste tecniche è quella che consiste nella restituzione di una "nuvola di punti", partendo dalla quale si ricostruiscono le superfici mediante l' impiego di programmi proprietari spesso molto complessi. L' insieme dei punti della nuvola fornisce questi dati per l' intera superficie.

La risoluzione spaziale con cui la mappa viene ricostruita è legata alle dimensioni del fascio sonda sulla superficie del target, dal numero dei punti della nuvola acquisiti e dall' accuratezza con cui viene rivelato il tempo di volo di ciascun impulso. Da questi tre parametri dipende di conseguenza l' accuratezza delle misure sulla superficie e quindi la mappatura tridimensionale della scena con la precisione richiesta.

Il valore dell' accuratezza adottato è rappresentativa di una immagine con livelli di dettaglio avvicinabili soltanto dai dorsi digitali di medio formato che stanno oggi comparendo sul mercato delle fotocamere. Dello stesso valore è richiesta poi l' accuratezza nella misura di range per tutti gli elementi della scena in ispezione.

La massima risoluzione laterale possibile si ottiene quando tutti i punti della superficie sono sondati al limite di diffrazione .

Per distinguere i due regimi operativi che distinguono sufficientemente le operazioni col radar topologico proposto e i radar a scansione esistenti ci sembra opportuna l' introduzione di una definizione preliminare di "superficie densa" e di "nuvola di punti".

Si definisce qui una superficie densa quella ottenuta esplorando tutti i punti della superficie in modo tale che essa sia completamente descritta dal numero dei pixels a disposizione e che ogni altro punto ulteriormente acquisito sia inutile perché non distinguibile da quelli adiacenti a causa del limite di diffrazione.

La restituzione di nuvole dense di punti di colore di una superficie estesa oltre alla elevatissima risoluzione in range sono le due caratteristiche principali che illustrano la innovatività del sistema proposto rispetto a quelli tradizionali.

Un capitolo a se è quello dei sistemi di scansione in grado di operare in ambiente subacqueo. Sono facilmente intuibili le ragioni per le quali la metrologia e l'imaging di oggetti in acqua costituiscono attualmente una nuova sfida ed una interessante frontiera di ricerca tutt'altro che conclusa, soprattutto nel campo della ricostruzione 3D di scene reali che deve tener conto del fatto che l'acqua è un ambiente sicuramente più ostile rispetto all'aria, per varie ragioni che in modo succinto son descritte nel seguito.

Soffermando la nostra attenzione sui sistemi AM laser-radar come quello di cui si propone la realizzazione prototipale e parlando del tutto in generale si può affermare che, quando la radiazione

laser diffusa da un mezzo è trascurabile rispetto a quella proveniente dal target di interesse, come solitamente si verifica in aria, tali sistemi permettono la ricostruzione di immagini 3D del bersaglio caratterizzate da alta qualità ed elevata risoluzione spaziale (dell'ordine di alcune centinaia di μm, considerando distanze del target dell'ordine di alcuni metri), oltre che di elevato contrasto.

Tutto ciò in acqua non è invece possibile se non con tecnologie avanzatissime e con lo studio accurato di schemi ottico meccanici particolari. Infatti quando un fascio laser si propaga in un mezzo si deve tener conto di due fenomeni fondamentali che sono dovuti all'interazione radiazione materia e che producono una diminuzione dell'energia del fascio:

1) l'**assorbimento**, definito come il fenomeno per cui l'energia del fotone viene completamente ceduta alle molecole del mezzo attraversato e che in acqua è dovuto all'eccitazione degli stati vibrazionali delle molecole da parte dei fotoni;
2) lo **scattering**, che può essere di tipo *elastico* o *anelastico* e che viene definito come il fenomeno per cui il fotone viene diffuso in una direzione diversa da quella di incidenza dopo un processo di interazione radiazione − materia, in questo caso chiamato evento di scattering.

Problematiche di R&S su Microscopia portatile per misure di fluorescenza UV multispettrale

La tecnica della fluorescenza UV-VIS si è evoluta nel tempo partendo da sorgenti a tubo fluorescente e macchine fotografiche tradizionali fino a prevedere l'impiego di lampade a flash, che minimizzano l'irraggiamento UV, e di fotocamere ad immagine, che rendono quantitativa la misura. A tutt'oggi non sono state ancora impiegate sorgenti di tipo LED che, non avendo emissione spuria nel visibile e consentendo la sincronizzazione con il rivelatore, permetterebbero la diminuzione del tempo di esposizione dell'opera alla radiazione UV, e un filtraggio molto efficiente della lunghezza d'onda di eccitazione. L'utilizzo di sorgenti LED a diversa lunghezza d'onda dall'UV al visibile consentirà di eccitare selettivamente i diversi fluorofori presenti sulla superficie aumentando notevolmente la specificità della tecnica nel riconoscimento dei materiali pittorici rispetto ai tradizionali sistemi di imaging di fluorescenza. Oltre a ciò, l'implementazione multispettrale dell'analisi dell'emissione di fluorescenza, che consente di ricostruire gli spettri di emissione permettendone così non solo il riconoscimento ma anche uno studio del grado di invecchiamento, non è ancora diventata una tecnica di routine nell'ambito dei beni culturali. Infine la possibilità di eseguire indagini multispettrali di fluorescenza con una metodologia in micro, che può fornire dettagli non visibili con i tradizionali sistemi di imaging, puo' avere applicazioni interessanti nella messa a punto dei metodi di pulitura per i quali il controllo micrometrico della distribuzione delle componenti organiche e' di fondamentale importanza.

L'attività prevista dal presente studio è finalizzata alla realizzazione di un dispositivo multispettrale con illuminazione a LED: l'innovazione consente di effettuare un'eccitazione selezionata variando la lunghezza d'onda della sorgente e nella rivelazione multispettrale risolta nello spazio con risoluzione micrometrica. La strumentazione consentirà un'analisi dettagliata della natura dei materiali pittorici quali, leganti, vernici, coloranti, lacche e pigmenti, mirata al loro riconoscimento, fornendo al contempo loro distribuzione sulla superficie pittorica con dettaglio micrometrico. Queste informazioni risulteranno di estrema utilità nello studio delle tecniche esecutive e nella messa a punto di mirati interventi conservativi.

Problematiche di R&S sui sistemi complessi per l'analisi degli elementi non distruttiva o microdistruttiva

Per le problematiche inerenti la datazione, la necessità di determinare in modo simultaneo sullo stesso campione organico sia il contenuto di radiocarbonio che i rapporti tra gli isotopi stabili di carbonio ed azoto comporterà la progettazione di un sistema modulare in grado di effettuare la conversione della frazione organica da analizzare in anidride carbonica, il suo trasporto verso gli

strumenti di misura formati dal sistema IRMS e da un innovativo sistema di sorgente a gas per la misura dell'età radiocarbonica mediante AMS.
Il *Sistema di combustione dei campioni* consentirà di effettuare la combustione di tipo "flash" del campione mediante l'utilizzo di ossigeno come elemento ossidante in flusso continuo di He e la separazione dell'anidride carbonica dai restanti gas di combustione mediante un analizzatore elementare. Le problematiche tecnico scientifiche legate a questo aspetto attengono allo studio dei possibili effetti di frazionamento isotopico indotti dal trattamento di combustione, alla verifica dei possibili effetti di contaminazione dei campioni, con particolare riferimento al loro contenuto di radiocarbonio ed alla definizione dei parametri ottimali di processo.
Il *Sistema di trasporto dell'anidride carbonica* consentirà di suddividere e trasportare, mediante tubi capillari in acciaio inossidabile, l'anidride carbonica estratta dai campioni ai sistemi di determinazione dei rapporti isotopici IRMS (Isotope Ratio Mass Spectrometry) e AMS (Accelerator Mass Spectrometry). Anche in tale caso la realizzazione di questo sistema comporterà la definizione delle soluzioni tecniche opportune in termini di materiali utilizzati, sistemi di connessione e giuntura, con riferimento alle specifiche tecniche di purezza richieste a sistema.
Il Sistema IRMS sarà basato su uno spettrometro di massa ad alta risoluzione in grado di accettare campioni gassosi e che consentirà di determinare i rapporti isotopici tra gli isotopi stabili del carbonio e dell'azoto con livelli di minimi precisione ed accuratezza dell'ordine dello 0.002 %. Le problematiche tecnico scientifiche saranno connesse alla definizioni delle caratteristiche ottimali della strumentazione in termini di sensibilità, stabilità, linearità e riproducibilità delle determinazioni sperimentali.
La *Sorgente ionica a catodo gassoso* per il sistema AMS. Tale sorgente ionica consentirà di estrarre fasci ionici negativi di carbonio direttamente dalla anidride carbonica senza necessità di procedere, secondo la prassi attualmente utilizzata, alla sua conversione in grafite solida. La progettazione di tale sorgente comporterà importanti sforzi di tipo progettuale e di realizzazione de prototipo. In particolare occorrerà prevedere la realizzazione di un sistema del tipo pistone-siringa a tenuta per il trasferimento della anidride carbonica campione nella sorgente, la progettazione della regione di estrazione del fascio ionico mediante sputtering, l'interfacciamento della nuova sorgente con il sistema di iniezione degli ioni nell'acceleratore Tandetron in funzione presso il CEDAD. Con riferimento a quest'ultimo punto occorrerà studiare ed ottimizzare le caratteristiche del fascio estratto dalla sorgente in termini di intensità di corrente ionica ed emittanza, in rapporto alle caratteristiche di accettanza ottica del sistema di trasporto del fascio già esistente.

La disponibilità di nuovi strumenti utili per un'analisi chimica diretta e microdistruttiva rappresenta una esigenza prioritaria nell'ambito della conservazione e restauro di Beni Culturali. In tale contesto molto limitate sono ancora oggi le possibilità reali offerte dalle moderne strumentazioni, nel momento in cui oggetto d'interesse divengono materiali di natura organica quali leganti pittorici, colle, vernici, pigmenti e coloranti e tanti altri ampiamente presenti in oggetti d'arte e d'interesse archeologico. Le uniche tecniche consolidate in tale campo in grado di operare secondo principi di microdistruttività effettuando analisi dirette, che non richiedano, cioè, alcun campionamento, sono la spettroscopia Raman e la spettroscopia FT-IR. Tali tecniche di analisi chimica operano però con evidenti limitazioni nella identificazione delle complesse strutture di composti organici. Proprio per tale motivo solo recentemente si è prestata attenzione allo sviluppo di innovative tecniche di spettrometria di massa che siano in grado di operare secondo i requisiti richiesti nel momento in cui le esigenze divengono quelle poste dall'analisi di oggetti d'arte di dimensioni reali e che non devono risultare danneggiati dalle procedure di analisi. Il principale requisito richiesto consiste nella capacità di effettuare delle analisi di campioni mantenuti a pressione atmosferica. In tal senso un posto di rilievo spetta alla Atmosperic Pressure Matrix Assisted Lased Desorption Ionization Mass Spectrometry (AP/MALDI-MS). Altre tecniche in grado di operare in aria sono la Desorption Electrospray Ionization (DESI) MS e la Direct Analysisin Real Time (DART) MS. Tutte le summenzionate tecniche sono state introdotte nell'arco degli ultimi 5-10 anni ma solo della

AP/MALDI-MS è stata recentemente dimostrata (dalla DipietroGroup s.r.l. e dall'Università di Catania) la reale applicabilità per l'analisi diretta di componenti organici di oggetti d'arte. Nessuna delle summenzionate tecniche è ad oggi disponibile nella forma di strumentazione trasportabile che consenta una reale analisi diretta di Beni Culturali nel luogo in cui questi si trovano. E' da sottolineare come l'interesse verso questa famiglia di tecniche d'analisi per lo studio di Beni Culturali sia anche dimostrato dal fatto che alcuni dei più rinomati laboratori coinvolti nello conservazione e restauro (tra questi il laboratorio della Library of Congress statunitense - www.loc.gov/preserv/rt/) abbiano cominciato ad attrezzarsi con alcune delle strumentazioni di spettrometria di massa sopra citate disponibili però oggi solo come strumentazione da laboratorio non trasportabile ed operante con tali limitazioni da non consentire un approccio analitico che non richiesta il prelievo di campioni dall'oggetto da analizzare.
Le principali problematiche poste dall'attività di ricerca proposta sono da associarsi alle difficoltà di generare specie ioniche dalla superficie del campione da analizzare nel momento in cui questo venga mantenuto in aria e solo una sua minima parte venga coinvolto nel processo di ionizzazione. Proprio per tale motivo verranno investigate differenti tipologie di sorgenti ioniche e valustati differenti analizzatori ionici. Una ulteriore criticità potrà derivare dalla integrazione di un sistema Raman che dovrà fornire informazioni composizionali dalle stesse regioni della superficie del campione analizzate mediante spettrometria di massa.
Lo sviluppo, quindi, di una strumentazione di spettrometria di massa trasportabile ed in grado di operare con risoluzione spaziale in aria fornendo informazioni che verranno coniugate con quelle ricavate da un sistema si spettroscopia Raman integrato, consentirà alla DipietroGroup s.r.l di acquisire competenze che potranno porla in una posizione di leadership nel settore.

Problematiche di R&S sui metodi e sulle tecnologie per la caratterizzazione strutturale di materiali cristallini

La diffrazione da raggi X da polveri cristalline è una tecnica analitica non distruttiva largamente utilizzata anche per indagini in ambito storico-artistico e archeologico, spesso in accoppiata ad altre tecniche (ad es. fluorescenza, microscopia elettronica). La recente costituzione di una Commissione scientifica internazionale (Commission on Crystallography in Art and Cultural Heritage) testimonia il crescente interesse che la Cristallografia sta rivolgendo al settore dei Beni Culturali, in ambito non solo nazionale.
Da studi cristallografici che sfruttano l'informazione sulla posizione dei picchi di diffrazione X e sulla loro intensità è possibile identificare le fasi cristalline della miscela di polveri (analisi qualitativa) e stimare la loro percentuale in peso (analisi quantitativa). L' identificazione dei componenti di un oggetto d'arte o di un reperto archeologico mediante diffrazione X consente di risalire alla tecnica usata per realizzare il bene e/o alla sua datazione, permette inoltre di effettuare una scelta corretta dei materiali più indicati a garantire un valido ed efficace restauro: il deterioramento del bene può essere causato non solo dall'incuria degli uomini e/o dalle intemperie, ma anche da un inesperto e deleterio intervento restaurativo che si e' avvalso di materiali inadatti.

Problematiche di R&S relative all'OR3

Problematiche di R&S sulle metodologie e tecnologie per interventi reversibili basati su "nuovi materiali"

L'analisi dello stato dell'arte riguardante l'utilizzo di fibre di basalto per applicazioni civili ha evidenziato una serie di studi sperimentali, alcuni dei quali sono riassunti, brevemente, di seguito.
In particolare, considerando l'aggressività dell'ambiente alcalino in cui sono inserite (matrici e substrati cementizi), le fibre di rinforzo sono spesso soggette a fenomeni di attacco alcalino, principale causa di riduzione in peso e di performance meccaniche.

In un lavoro scientifico (*Liu et al.)* si descrivono test di invecchiamento accelerato condotti in ambienti aggressivi sia su fibre di vetro che su fibre di basalto, caratterizzate dalle stesse caratteristiche tessili, a scopo comparativo. A seguito di test meccanici di trazione e *short beam*, si è appurato che i materiali compositi realizzati con fibre di basalto presentano una maggiore resistenza all'attacco alcalino, con conseguente migliore comportamento meccanico a lungo termine.
Altre esperienze, inoltre, descrivono i risultati sperimentali ottenuti da test di invecchiamento accelerato (in ambiente alcalino e con cicli temperatura, per accelerare l'effetto dell'attacco chimico) con differenti tempi di esposizione e dai successivi test meccanici effettuati su fibre di basalto, fibre di vetro e fibre di carbonio. In seguito ad osservazioni al microscopio elettronico, si è osservato che, a differenza delle fibre di carbonio, le fibre in basalto presentano una peggiore resistenza agli alcali, evidenziata della formazione di prodotti di reazione intorno alle fibre, con conseguente notevole riduzione in peso, comparabile con quella delle fibre di vetro.
Ulteriori esperienze riguardano i risultati di test di invecchiamento su fibre di basalto, realizzati sia in ambiente alcalino che acido; gli autori hanno avuto modo di verificare che tali fibre presentano una migliore resistenza all'ambiente alcalino che a quello acido. Relativamente all'ambiente alcalino, inoltre, dopo il trattamento di invecchiamento accelerato, si è notato che le fibre di basalto hanno evidenziato perdite del 4% in peso e del 18% della resistenza meccanica. Anche i test di invecchiamento, effettuati sul materiale composito corrispondente (fibre di basalto e resina epossidica), hanno dimostrato una bassa riduzione delle proprietà a flessione, anche dopo novanta giorni di trattamento aggressivo.
Infine, in uno studio pubblicato su www.basfiber.com si evidenzia come, dopo un trattamento aggressivo su fibre di vetro E, vetro AR (*Alkali – Resistant*) e basalto (trattamento in temperatura e in ambiente alcalino aggressivo), le fibre di basalto e vetro AR continuino a mantenere integra la loro dimensione diametrale, con una bassissima perdita in peso, al contrario delle fibre di vetro E.

sull'impiego di Materiali funzionalizzati per il settore dei Beni Culturali

L'analisi dello stato dell'arte relativo all'utilizzo di materiali funzionalizzati per il settore dei Beni culturali ha evidenziato la presenza di pochi studi sperimentali (alcuni dei quali sono riassunti, brevemente, di seguito) il che conferma l'assoluta novità dell'argomento.
Zangani et al. descrive lo sviluppo di tecnologie per la realizzazione di tessuti tecnici con sensori in fibra ottica integrati, progettando sia la migliore configurazione del tessuto sia il tipo di sensore da inserire all'interno del tessuto stesso. Inoltre, è stata studiata l'applicabilità del tessuto sensorizzato a strutture in muratura, variando i materiali costituenti e realizzando test meccanici, in modo da definire la configurazione migliore per le applicazioni reali.
Liehr et al. hanno studiato le performance di griglie multifunzionali con differenti misure e proprietà di rinforzo, all'interno delle quali è stato inserito un sensore di deformazione del tipo distribuito (POF, *Polymer Optical Fibre*), basato sulla tecnologia *Optical Time Domain Reflectometry* (OTDR). Test su piccola scala sono stati condotti su elementi strutturali rinforzati con tessuti multifunzionali applicati con matrici cementizie, in modo da verificare l'adeguatezza del sensore POF per il rilevamento di fessure, confrontando i dati registrati sia con tale sensore che con trasduttori di spostamento. La più piccola dimensione della fessura misurata è stata pari a 1 mm, con un'accuratezza sulla localizzazione della posizione di circa 10 cm.

Problematiche di R&S nello studio di prodotti consolidanti innovativi

L'analisi dello stato dell'arte relativo ai prodotti consolidanti innovativi, finalizzato alle applicazioni previste dal Progetto, ha evidenziato la presenza di pochi studi sperimentali.
Il settore delle malte per muratura da utilizzare negli edifici storici è in continua evoluzione da alcuni decenni. I requisiti, tipicamente, richiesti alle malte sono: elevate permeabilità, duttilità e deformabilità; al contempo, soprattutto per le malte utilizzate nel recupero della muratura portante,

resistenza meccanica e, in generale, resistenza a molteplici attacchi chimici (soprattutto quelli solfatici) risultano fattori di fondamentale importanza.
Molto poco si è sviluppato il concetto di traspirabilità della malta, dovuta ad un'azione combinata legante – aggregato, poiché gli aggregati disponibili sono solo quelli di origine naturale; eccezione possono essere considerate le malte confezionate con aggregati leggeri, tipo argille espanse.
I problemi riscontrati con questo tipo di applicazione sono dovuti alla grande porosità dell'aggregato, che presenta tempi di asciugamento molto lunghi e induce fenomeni fessurativi da ritiro plastico. Ad ogni modo, difficilmente si trovano in commercio prodotti che certifichino, con attestazioni rilasciate da enti terzi, le prestazioni dichiarate.
Appare quindi particolarmente interessante l'utilizzo di aggregati vetrosi espansi in sostituzione degli aggregati tradizionali; alcune preliminari applicazioni sono in fase di studio in Germania (Progetto DBU, *Deutsche Budasstiftung Umwelt*, Fondazione Federale Tedesca per l'ambiente) soprattutto su pietre arenarie.

Problematiche di R&S nella determinazione di una metodologia di ottimizzazione di protocolli operativi per una camera termo/ultrasonica/chemio/barica per la conservazione ed il restauro dei BB.CC.

L'attività di ricerca e sviluppo riguarda lo Studio ed ottimizzazione di protocolli operativi TUCHEB per la eliminazione patine di origine chimica, di muffe (con inclusione delle spore), batteri ed altri agenti infestanti (insetti, larve etc…) da:
a) libri;
b) manufatti lignei, pittorici e membranacei;
c) manufatti di origine archeologica (anche marina).
Saranno pertanto eseguite le seguenti ricerche relative allo studio di protocolli di trattamento in camera TUCHEB:

-Messa a punto di protocolli (almeno 10 differenti) per la pulitura, di manufatti in legno, da smalti, vernici e depositi superficiali di varia natura mediante tecniche di lavaggio ultrasonico. Dopo un'analisi chimico fisica delle patine da rimuovere saranno utilizzati adeguati solventi a freddo in condizione di irraggiamento ultrasonico. La ricerca avrà il compito di valutare le condizioni operative intermini di natura dei solventi da impiegare e condizioni di sonicazione.
-Messa a punto di protocolli (almeno 20 differenti) per la eliminazione di insetti e larve d'insetti mediante combinate di irraggiamento a microonde e di condizioni ipobariche, da manufatti storico artistici di qualsiasi natura (cornici di quadri antichi, mobili d'arte, statue lignee
In questo caso s'intende sfruttare l'azione combinata del riscaldamento localizzato dei parassiti, e/o la loro incapacità di resistere a condizioni di vuoto, e/o la loro attitudine a non sopravvivere in condizioni di atmosfere controllate di gas inerti, per disinfestare i manufatti. La ricerca avrà anche in questo caso l'obbiettivo di stabilire le condizioni di trattamento che siano maggiormente letali per gli agenti infestanti e nel contempo maggiormente rispettosi della integrità chimico-fisica e strutturale dei manufatti

- Messa a punto di protocolli (almeno 20) per la eliminazione di muffe e batteri da opere cartacee, membranacee,lignee, pittoriche etc. mediante combinazione di condizioni ipobariche (vuoto), impiego di atmosfere inerti, impiego di atmosfere con biocidi, di irraggiamento a microonde. .
La ricerca è analoga a quella brevemente esposta nel caso precedente, ma in questo caso la individuazione dei protocolli deve comportare anche dell'attività biologica dei batteri e delle spore di muffe che rimangono dopo il trattamento, allo scopo di accertare che la loro crescita non debba riprendere in opportune condizione di umidità e di temperatura. Campioni di spore e batteri delle opere trattate saranno pertanto assoggettate a protocolli di crescita rapida per osservarne lo sviluppo

Tutte le ricerche sopra menzionate prevedono lo studio chimico-biologico dei manufatti per individuare la esatta natura degli agenti infestanti. Per tali indagini saranno utilizzate tecniche di rilevazione spettroscopica (fluorescenza a raggi X, spettroscopia FTIR, etc,..) e microscopica (microscopia elettronica ed ottica).

Problematiche di R&S relative all'OR4

Problematiche di R&S nello studio di soluzioni che prevedono l'impiuego di reti ad-hoc e tecnologie RFID per il monitoraggio remoto di beni architettonici

Il patrimonio storico e culturale di un Paese identifica la sua civiltà e la sua cultura nazionale, la sua memoria collettiva. E' insostituibile, inimitabile. E il dovere della comunità internazionale è quello di conservarlo e valorizzarlo a vantaggio di tutti i popoli del pianeta. L'Italia ha un patrimonio inestimabile di opere d'arte e reperti archeologici che devono essere salvaguardati e condivisi con tutti.

La recente innovazione tecnologica nel settore delle comunicazioni wireless e dell'elettronica digitale ha permesso lo sviluppo e la diffusione di una nuova classe di reti, le Wireless Sensor Network (WSN) caratterizzate da comunicazioni multi-hop e auto-configurazione. I dispositivi che compongono una WSN hanno una memoria di dimensioni ridotte, vincoli molto stringenti dal punto di vista dei consumi energetici, capacità di elaborazione e di comunicazione ottimizzate per contemplare la miniaturizzazione e l'autonomia. Un'ulteriore peculiarità di una WSN è che i nodi possono essere disposti in modo denso e quindi una rete di questo tipo può essere formata anche da centinaia o migliaia di dispositivi. Il basso costo unitario e le ridotte dimensioni rendono una WSN potenzialmente utilizzabile per il sensoring e control di molti ambiti applicativi. Tra le principali applicazioni delle WSN si ritrova sicuramente il sensoring e control di scenari molto estesi, come ad esempio l'intero patrimonio di beni architettonici di una vasta regione. Riuscire a identificare e monitorare (ad es. in termini di parametri ambientali come temperatura, umidità, luminosità, presenza di agenti batterici, ecc.) i resti architettonici (monumenti, opere, scavi, ecc..) disseminati in un territorio permetterebbe la realizzazione di un efficiente sistema di salvaguardia e controllo degli stessi.

Attualmente, la maggior parte delle WSN per il monitoring sono realizzate utilizzando la tecnologia ZigBee, anche se su quest'ultima sono ancora attive diverse linee di ricerca che mirano a ottimizzare le performance della stessa WSN cercando di minimizzare il consumo energetico. Altro aspetto chiave è rappresentato sicuramente dai progressi ottenuti dall'emergente tecnologia RFID che stanno contribuendo consistentemente ad una rapida diffusione della stessa tecnologia in diversi settori applicativi. A tal proposito, si osserva l'esistenza della futura generazione di tag RFID, quelli attivi, che sono in grado di realizzare delle WSN auto-organizzanti e capaci di garantire comunicazioni multihop e che rappresenteranno un alternativa alla tecnologia RFID. Altra topic di ricerca molto interessante è quella di sviluppare una nuova classe di nodi di una WSN capaci di integrare a basso costo anche le funzionalità di reader di tag RFID passivi. Questo tipo di soluzioni potrebbe risultare molto interessante in uno scenario come quello di monitoring di reperti o scavi archeologici.

Altro aspetto di ricerca molto interessante in uno scenario come quello analizzato riguarda la possibile integrazione di WSN eterogenee, realizzata con uno strato di middleware capace di garantire l'indipendenza sia dalla particolare tecnologia fisica e sia dalla vasta gamma di eterogenei applicativi che potrebbero usufruire dell'enerome quantità di informazioni rilevate da distinte WSN.

L'esistenza di una WSN o di una integrazione di WSN fornirà la possibilità ad un centro di controllo remoto di poter intervenire efficientemente nelle procedure di monitoraggio e salvaguardia di un esteso patrimonio architettonico.

La potenzialità offerta da tali tecnologie innovative richiede notevoli sforzi verso la ricerca necessaria a definire e sperimentare meccanismi di power saving, protocolli di routing energy-aware capaci di ottimizzare le performance minimizzando il consumo energetico, protocolli di routing gerarchici per favorive la scalabilità delle stesse soluzioni, middleware intelligenti per l'interconnessione e l'integrazione di eterogenee WSN.

nel monitoraggio tramite sistemi embedded innovativi

L'analisi dello stato dell'arte relativo al monitoraggio strutturale con sistemi *embedded* innovativi ha evidenziato una serie di studi sperimentali, alcuni dei quali sono riassunti, brevemente, di seguito.

La compatibilità morfologica e chimica dei sensori in fibra ottica (FOS, *Fiber Optic Sensor*) con i materiali compositi fibrorinforzati (FRP, *Fiber Reinforced Polymer*) è un fattore potenzialmente molto interessante nell'ottica di un utilizzo combinato con finalità di monitoraggio e rinforzo strutturale. L'utilizzo di FOS come sensori inglobati negli FRP permette la misurazione in situ di deformazione, temperatura, corrosione, vibrazione e stato di cura, come riportato da numerosi ricercatori. Un dettagliato aggiornamento sullo stato dell'arte fino al 1996, relativo all'applicazione di FOS nel settore civile, è riportato da *Ansari*. *Brönnimann et al.* hanno utilizzato un sensore a fibra ottica di tipo FBG (*Fiber Bragg Grating*) per monitorare la deformazione in cavi in FRP applicati a ponti; i sensori sono stati posizionati sia aderenti alla superficie dei cavi (nel caso di cavi sospesi) o direttamente inglobati durante il processo di produzione (cavi pretesi). I risultati accumulati nel corso degli anni hanno dimostrato l'adeguatezza di tali sensori. E' stato, però, messo in evidenza come per trarre completo vantaggio dall'utilizzo di questo sistema FRP/FOS, il processo di inglobamento del sensore debba essere rivisto, per evitare di causare il danneggiamento nella fibra durante la produzione e per migliorare l'adesione tra fibra, *coating* e cavo di FRP.

*Bastianini et al.*hanno presentato i risultati di un esperimento in scala reale relativo a una tecnica innovativa per il rinforzo sismico di muri e volte in muratura con materiali compositi CFRP (*Carbon* FRP) applicati con resina epossidica (Palazzo Elmi – Pandolfi a Foligno, Italia). Si è dimostrato che le fibre ottiche per il monitoraggio distribuito (interrogate con la tecnica *Brillouin Scattering*) possono essere efficacemente inglobate all'interno di materiali FRP con perdite ottiche ragionevoli, permettendo, quindi, la simultanea installazione del composito con finalità di rinforzo e del sensore con finalità di monitoraggio e garantendo una migliore protezione della fibra ottica in fase di applicazione. *Dawood et al.* hanno proposto un processo di infusione sottovuoto modificato, in modo da inglobare un sensore FBG in una struttura sandwich in GFRP (*Glass* FRP). Gli autori hanno investigato su problemi pratici riguardanti il posizionamento dei sensori, l'allineamento delle fibre, il *lay – up* dei campioni e l'infusione della resina.

Infine, *Wang et al.* hanno presentato uno studio in cui i FOS sono stati inseriti all'interno di barre GFRP; le performance di tali barre sono state testate tramite test a trazione, a flessione e di pull – out, dimostrandone l'efficacia per ottenere il duplice scopo di rinforzo strutturale e monitoraggio della deformazione.

Problematiche di R&S sugli algoritmi di prost processing per il monitoraggio da radar ottico sia in ambiente aereo che in ambiente subacqueo

Sulla metrologia fine a colori le problematiche di R&S sulla parte sw di post processing dei dati sono complesse ed articolate. Presupponendo che le informazioni in fase di pre-processing e possano essere considerate totalmente trasparenti all'utente finale, si nota che, proprio grazie all'utilizzo di sorgenti laser che in questa accezione posseggono anche tutte le caratteristiche di una stazione trigonometrica totale e sono quindi totalmente calibrate, il colore acquisito può essere utilizzato non solo come orpello al modello tridimensionale, cioè come semplice texture, ma come vero e proprio dato misurabile e quantificabile (colorimetria a distanza). Questa caratteristica

introduce una classe di problematiche algoritmiche per la calibrazione dello spazio di colore dello scanner, in modo da renderlo confrontabile con gli spazi colorimetrici utilizzati dai più diffusi colorimetri commerciali. Oltre alla calibrazione colorimetrica, con il sistema a radar ottico, è possibile una sorta di calibrazione dei bianchi in funzione della distanza come non è possibile in tutti i range finders tradizionali e per questo motivo è una problematica del tutto trascurata anche dai colorimetri commerciali che sono per lo più a contatto o nella più favorevole delle occasioni al massimo a poche decine di centimetri.
Il vantaggio di avere una nuvola estremamente densa di dati morfometrici e colorimetrici fornisce una certa versatilità nella produzione di mesh a differente complessità dinamica di dettaglio, ma pone il problema dell'architettura hardware e software che per motivi di trasportabilità e fruizione sul campo non può che essere implementata su una piattaforma di calcolo portatile, tipicamente un personal computer di buone prestazioni con una buona interfaccia video. Nella fase di post-produzione una mesh molto densa strutturalmente consente di fare un'analisi estremamente dettagliata del bene che viene investigato, ma è poco gestibile in un sistema di navigazione immersivo. Particolare riguardo deve essere rivolto allo sviluppo di software capace di sfruttare il calcolo parallelo, sia per la manipolazione e l'analisi delle mesh, che per l'ausilio a sistemi di navigazione immersivi. Soprattutto per quest'ultima parte, particolare attenzione dovrebbe essere rivolta alla distribuzione crittografata del modello 3D, in modo da non consentire una violazione del copyright per mezzo di copie digitali illegali, alla distribuzione su dispositivi mobile (iPhone, iPad, ecc.) e all'integrazione, per mezzo della realtà aumentata, del modello stesso.
Lo sviluppo software può essere suddiviso in due temi principali: software per il controllo dello scanner e relativo salvataggio dei dati; software per la fase di pre- e post-processing del dato.
L'architettura di base di questo software deve seguire la filosofia delle applicazioni client/server, in modo da permettere una più facile scalabilità nell'integrazione del server all'interno di dispositivi embedded collegati direttamente con lo scanner. Inoltre l'architettura client/server consente di accedere a scansioni on-demand con l'utente anche a migliaia di chilometri lontano rispetto alla zona in cui si trova il monumento o l'opera d'arte da monitorare.

Nel caso di postprocessing di range map ottenuti da scansioni subacque, l'architettura dovrà essere di tipo client/server, in modo da consentire una pre-analisi del dato per via remota. L'ipotesi di lavoro potrebbe essere quella di creare un unico client con due server diversi: un server più leggero che possa girare sulla dotazione computazionale di bordo di un vettore trasportante, ed uno con caratteristiche identiche già ipotizzato per lo scanner di tipo terrestre.
Entrambi i due server devono prevedere un'architettura modulare, volta all'espansione degli stessi per mezzo di plugin sviluppati con i più moderni linguaggi di scripting (Python, Tcl/Tk, ecc.).
Anche nel caso dei client si può pensare ad uno sviluppo di diversi client, capaci di girare su diverse piattaforme, da quelle di tipo tradizionale basati su PC a quelle rivolte al mercato mobile.
Lo sviluppo software può essere suddiviso in due temi principali: software per il controllo dello scanner e relativo salvataggio dei dati; software per la fase di pre- e post-processing del dato.

Problematiche di R&S nell'ideazione di un sistema AUV (autonomous underwater vehicle) innovativo, autonomo e modulare

Un veicolo sottomarino autonomo, dall'inglese Autonomous Underwater Vehicle (AUV), è un robot che opera in acqua e che è in grado di portare a termine delle missioni in maniera autonoma. Si distinguono dai ROV, veicoli operati da remoto, dall'inglese Remotely Operated Vehicles, per il fatto che non hanno bisogno di essere collegati via cavo ad un pilota umano. Sono in grado quindi di far risparmiare il costo totale di una missione, non necessitando di una nave attrezzata e di personale qualificato per la guida a distanza del robot. Inoltre permettono di portare a termine missioni che sarebbe impossibile a causa del cordone ombelicale con la nave di supporto. Un esempio tipico è l'esplorazione sotto il ghiaccio.

La ricerca in questo campo si può dividere in vari settori, a seconda del tipo di problema preso in esame. Tuttavia è importante considerare che la differenza sostanziale tra i ROV e gli AUV è l'assenza dell'azione umana, quindi vengono principalmente studiate tecniche di intelligenza artificiale e di robotica autonoma, che permettano ai veicoli di svolgere pienamente il compito per cui sono preposti, anche in presenza di imprevisti o di scenari non necessariamente conosciuti a-priori.
I sistemi esperti appartengono al campo dell'Intelligenza Artificiale e trovano impiego soprattutto in quei settori dove la conoscenza è ancora poco o nulla strutturata e dove i processi di decisione non sono descrivibili con un algoritmo. Questi sistemi sono stati sviluppati per rappresentare ed utilizzare conoscenze fattuali e conclusioni in settori specifici della conoscenza. Tra i successi spettacolari dei sistemi esperti si annovera la scoperta di un giacimento di molibdeno nello stato di Washington. Ci si può facilmente immaginare come un successo di tanta rilevanza economica possa aiutare la ricerca sull'intelligenza artificiale cancellandone l'immagine di gioco intelligente.

Esempi di sviluppo ed impiego di sistemi esperti si trovano nella:

- pianificazione o configurazione di sistemi di elaborazione;
- diagnosi di malattie;
- interpretazione di dati forniti da sensori;
- sorveglianza di sistemi complessi;
- ricerca guasti.

In IT@CHA il SE dovrà occuparsi di temi come la “Navigazione autonoma”, la ”prospezione” ed il “rinvenimento” tutte tematiche lagate al concetto di monitoraggio.
Al contrario dei tradizionali sistemi algoritmici, in un SE la conoscenza in essi rappresentata può crescere, il che significa anche che essa può all'inizio essere incompleta e persino contraddittoria. Questa conoscenza, una volta "ricopiata", diventa disponibile per sempre ed ovunque a chiunque e può quindi essere assicurata senza pericolo di perderla.
Un esempio classico di applicazione di tali sistemi esperti è la diagnostica medica. Sulla base dei sintomi appresi nel dialogo il computer produce una diagnosi. A tal fine gli sono necessarie due componenti:

- una conoscenza di esperienza sotto forma di regole e fatti;
- un meccanismo inferenziale per trarre conclusioni che tenga in considerazione anche l'eventuale mancanza di certezza di singole regole.

Queste due componenti rappresentano il nucleo di ogni sistema esperto. Ad esse va aggiunta la capacità di apprendimento del sistema. Idealmente non si dovrebbe "fare il pieno" di conoscenza al sistema, ma esso dovrebbe apprendere nel tempo. Infine, i sistemi esperti devono essere in grado di spiegare come sono giunti ad una determinata decisione (es. viraggio improvviso, raggiramento ostacolo, etc..). Questo è un aspetto molto importante perché impedisce di dover credere ciecamente al computer, come succederebbe se non si conoscessero le ragioni della sua risposta. Gli odierni sistemi esperti raggiungono e talvolta superano la capacità di diagnosi dei loro colleghi umani. Ciò non deve meravigliare perché ai sistemi esperti vengono fornite le conoscenze di più esperti umani. Ad esempio il programma Internist/Caduceus, sviluppato dall'Università di Pittsburg, abbraccia più dell'80% delle conoscenze di medicina interna. In ambienti ostili come i fondali marini, tale caratteristica fornisce robustezza all’approccio.

I sistemi esperti consistono di più parti. Nella base della conoscenza si trovano i fatti e le regole, anche euristiche (regole pratiche di tipo esplorativo per la risoluzione dei problemi), relative al campo di applicazione considerato. La parte di acquisizione della conoscenza mette a disposizione gli strumenti con i quali le conoscenze possono essere inserite nella base stessa.

Il motore di inferenza utilizza ciò che si trova nella base per trarre delle conclusioni dai dati attuali

d'ingresso. Ricordiamo che l'inferenza è quell'operazione per cui si passa da una verità ad un'altra che è giudicata tale in virtù del suo legame con la prima.

Con l'ausilio del sistema di spiegazione possono essere generate le informazioni sulla catena decisionale che ha portato alla soluzione, il che è essenziale per l'accettazione di un sistema esperto. La plausibilità di una proposta di soluzione deve essere verificabile sia nella fase di acquisizione della conoscenza che nella fase di impiego del sistema esperto.

In sintesi l'RDPS darebbe un apporto altamente innovativo ed esclusivo al progetto, aumentando a dismisura l'autonomia dell'AUV, fatto che renderebbe possibili missioni di survey prolungate e profonde ed abbatterebbe notevolmente i margini di rischio, sia in termini strumentali che di sicurezza delle persone impiegate.

Problematiche di R&S nel controllo e monitoraggio di strutture architettoniche

Il problema dell'interazione dei fattori e degli agenti ambientali, sia su materiali sia sul biota, si riscontra in aree non solo esterne ma anche confinate. Per quanto riguarda gli ambienti esterni, le motivazioni della ricerca sul monitoraggio sono sinteticamente riconducibili:

- alla necessità sempre crescente della mobilità delle popolazioni in aree urbane;
- al notevole incremento del parco circolante di autoveicoli;
- alla preferenza, da parte della popolazione residente nei grandi centri urbani, per la motorizzazione privata a fronte di una diminuzione dell'utilizzo dei trasporti pubblici, a cui si accompagna un forte utilizzo nel trasporto merci su strada che è tra i maggiori nell'UE;
- al notevole accentramento di fonti di emissione in aree relativamente circoscritte e ad una emissione considerevole, oltre che di inquinanti cosiddetti convenzionali, di inquinanti si seconda generazione;
- alla minaccia per il patrimonio culturale e ambientale, rivolta in forme e misure differenti a tutti i materiali che l'uomo ha utilizzato per trasmettere la propria memoria nel corso del tempo;
- al conseguente problema altrettanto importante – anzi fondamentale – collegato alla salvaguardia umana.

Ne deriva che una efficace valutazione di impatto – nelle "reali" situazioni logistiche (siti urbani ed extraurbani opportunamente scelti) e non certo nelle "costruite" situazioni simulate in laboratorio – costituisce la prima tecnica di manutenzione del patrimonio, poiché consente appropriate misure di mitigazione.

Nasce così l'idea della presente ricerca, anche in riferimento a precedenti indagini svolte nel corso degli anni a Roma e nel Lazio, i cui risultati sono stati presentati all'Accademia Nazionale dei Lincei oltre che in congressi nazionali e internazionali.

In riferimento agli ambienti confinati (musei, biblioteche, archivi, pinacoteche), i fattori che maggiormente influenzano lo stato di conservazione dei beni culturali sono essenzialmente: la temperatura, l'umidità, l'illuminamento e la qualità dell'aria.

I materiali di natura organica risultano essere i meno resistenti di fronte ad ambienti molto aggressivi. A parità di condizioni esogene, la resistenza dei manufatti varia in funzione della composizione chimica e della struttura del materiale costituente.

Una contrapposizione fra fattori ambientali di degrado di origine naturale e fattori di origine antropica non può considerarsi valida in assoluto, in quanto il clima «naturale» è continuamente alterato dalle attività umane, come pure lo sono le interrelazioni tra i diversi fattori ambientali.

I beni conservati in luoghi chiusi o confinati non sono esenti dai fattori di degrado esterni, ma li subiscono in maniera indiretta. L'aggressione dovuta agli inquinanti atmosferici dipende prevalentemente dalla velocità di scambio d'aria esterno-interno e dall'affluenza dei visitatori.

Lo studio del microclima non può prescindere dall'analisi dei dati climatici esterni. Inoltre non si può non tener conto dei fattori geografici come l'ubicazione sul territorio e l'esposizione della

struttura architettonica di conservazione, all'interno della quale è opportuno effettuare un'indagine relativa a: dimensione, forma e materiali edilizi usati; tipologia costruttiva e, soprattutto, tecnica degli impianti.
La comparazione delle variazioni climatiche esterne con le condizioni e l'orientamento dei locali, i materiali costitutivi usati e, in genere, la possibilità di scambio di flussi d'aria interna ed esterna rilevano il grado di protezione offerto dalla struttura architettonica stessa nonché il livello di coibentazione termica.

Problematiche di R&S relative all'OR5

Problematiche di R&S nell'ambito dello studio di una piattaforma per il mantenimento dei dati aderenti al modello Unico

L'ENEA, a seguito degli investimenti e delle recenti realizzazioni effettuate, è attualmente uno degli Enti pubblici maggiormente presenti sul territorio meridionale e opera in modo fortemente integrato con una pluralità di soggetti scientifici ed economici, pubblici e privati, attraverso una rete molto articolata di relazioni e progetti congiunti. L'Ente ha già realizzato una GRID al livello geografico che consente di condividere tutte le risorse informatiche presenti nei vari datacenter. Il "sistema virtuale" delle risorse informatiche distribuite per il calcolo scientifico ad alte prestazioni e grafica avanzata dell'ENEA si pone ad un livello di assoluto rilievo nel panorama nazionale ed internazionale. L'attuale sistema integra i datacenter presenti presso le sedi ENEA di Bologna, Casaccia, Frascati Portici, Trisaia e Brindisi ove sono collocate le potenze di calcolo più rilevanti, oltre al sistema di storage anch'esso distribuito a livello geografico.
Le infrastrutture citate sono state progettate e realizzate dal personale tecnico scientifico dell' ENEA che quindi ha acquisito un esperienza pluriennale nella progettazione, realizzazione e gestione di sistemi ICT complessi ed a livello geografico. Le principali risorse di calcolo attualmente disponibili in ENEA-GRID consistono in un insieme di sistemi di calcolo per un totale complessivo di più di 30 Tflops di picco, basati su architetture eterogenee, Linux (32 bit, x86_64, IA64) AIX (IBM SP4, SP5), IRIX, MacOS X, Windows. I siti principali sono Portici (NA) che ospita la singola risorsa più rilevante con sistema HPC CRESCO oltre ai siti di Bologna, Casaccia(RM), Frascati(RM), Trisaia (MT) e Brindisi.
La gestione e l'immagazzinamento dei dati sono anch'essi distribuiti sui vari siti di ENEA-GRID ed AFS costituisce lo strato comune di condivisione dei dati che permette di fornire all'utente una accesso omogeneo su tutti i nodi di calcolo disponibili. Attualmente lo spazio disponibile in AFS consiste di circa 45 TB, distribuiti su di una dozzina di fileserver. In più di un sito è anche disponibile a livello locale il file system parallelo GPFS che permette di fornire le prestazioni necessarie alle applicazioni HPC e lo spazio disponibile in GPFS ammonta a più di 120 TB.
Il sistema HPC CRESCO costituisce la maggior risorsa di calcolo e storage di ENEA-GRID ed è stato sviluppato nel corso del progetto omonimo del PON Ricerca 2000-2006 del MUR.
Il sistema appena descritto costituirà il cuore per lo sviluppo di un datagrid al cui struttura sia in grado di contenere dati secondo il modello unificato oggetto di studio nel progetto IT@CHA.

Problematiche di R&S nell'ambito della progettazione e sviluppo di piattaforme per la fruizione orientate al real time

La fruizione dei beni culturali che sfrutta le tecnologie della realtà virtuale e che opera in regime real time è caratterizzata dal fatto che l'utente/visitatore non osserva passivamente un filmato risultante da una attività di rendering (che tipicamente dura molte ore per necessità di calcolo), ma interagisce con l'utput di una applicazione che genera ogni fotogramma (circa 24 per ogni secondo). Per questo motivo l'utente può interagire in tempo reale con la scena fruendone in maniera più avvolgente e proattiva.

Le problematiche di R&S principali, sono pertanto quelle rivolte all'individuazione di algoritmi che sono in grado di ottimizzare la risposta delle applicazioni in real time e nello stesso tempo fornire un output accettabile in termini emozionali.
Per capire questa aspetto vediamo come viene generato un fotogramma in un film con effetti speciali (*vedi paragrafo successivo per approfondimenti*). Una tecnica utilizzata è il Ray tracing. E' una tecnica generale di geometria ottica che si basa sul calcolo del percorso fatto dalla luce, seguendone i raggi attraverso l'interazione con le superfici. È usato nella Computer grafica 3D, in cui le visualizzazioni modellate matematicamente delle scene vengono prodotte usando una tecnica che segue i raggi partendo dal punto di vista della telecamera piuttosto che dalle sorgenti di luce. Produce risultati simili al ray casting ed allo scanline rendering, ma semplifica alcuni effetti ottici avanzati, ad esempio un'accurata simulazione della riflessione e della rifrazione, restando abbastanza efficiente da permetterne l'uso in caso si voglia ottenere un risultato di alta qualità. Nella tecnica appena descritta ogni fotogramma ha bisogno di ore di calcolo per essere generato, pertanto nelle applicazioni real time non può essere utilizzata. Nel nostro caso è necessario ricorrere a strategie volte ad ingannare l'occhio umano e dare una parvenza di realismo della scena senza ricorrere a calcoli complessi. Un algoritmo potrebbe essere quello che vede le superfici 3D ricoperte con più strati di texture a livelli di dettaglio crescenti. In funzione del punto di vista dell'osservatore, l'applicazione real time sostituisce la texture inserendo quella più risolta man mano che l'osservatore si avvicina. Algoritmi come questo (ovvero a risoluzione infinita) potrebbero essere individuati per il calcolo delle luci, delle prospettive, etc… Il progetto IT@CHA, vede la collaborazione tre specialisti del settorre che collaboreranno per formulare risposte concrete a questa specifica tematica.

Problematiche di R&S nell'ambito della progettazione e sviluppo di piattaforme per la fruizione orientate al off-line

I sistemi di visualizzazione tridimensionali vengono oggi utilizzati come veri e proprio laboratori in contesti professionali come l'architettura, i beni culturali e l'industria, dove all'esigenza di dover visualizzare fedeli ricostruzioni della realtà, con la possibilità di poter interagire con essi, risulta un valore strategico fondamentale.
La testata metodologia per la realizzazione di una demo virtuale immersiva consiste oggi in molteplici passaggi condivisi tra informatici e modellatori 3D, mirati alla definizione di scene virtuali facilmente fruibili dall'utente e tali da garantire un'interazione coinvolgente ed immediata.
Più volte, scenari o oggetti 3D, creati tramite software di modellazione off-line ed arricchiti in fase di post-produzione, da effetti e motion graphic di corredo(Autodesk Maya, Lightwave 3D ecc), vengono *"snelliti"* di tutti gli elementi in eccesso compromettenti, in termini di peso e risoluzione, per la fruizione real-time.
Come accade nella filosofia di produzione di video game, il risultato finale di una demo virtuale, sarà privo di tutte quelle caratteristiche visive e spettacolari presenti altresì in pellicole cinematografiche realizzate in off-line.
Se nell'industria cinematografica l'effettistica e l'animazione 3D off-line, vengono contemplate come attività da sottoporre a lunghi processi di calcolo(rendering), nelle produzioni virtuali si attua un processo di semplificazione di ciò che viene prodotto in off-line al fine di garantire una fruizione real-time.
Il mercato offre oggi una vasta gamma di strumenti di modellazione e animazione 3D real-time spesso privi però di *tool* dediti alla resa fotorealistica di una scena e con evidenti limitazioni in termini di funzionalità mirate all' *high-definition.* D'altro canto tali sw risultano immediati ed efficaci in fase di esportazione di scene 3D da workstation di produzione a sistemi di proiezione avanzata tridimensionale come cave, cadwall, ecc.

L'attuale soluzione del mercato per ovviare a tali problematiche, consiste nello sviluppo di software nei quali vengono integrate nella stessa interfaccia molteplici funzionalità sia per la produzione real-time che per la post-produzione avanzata.
Sicuramente tale adeguamento ha permesso uno sviluppo della produzione termini di tempo e qualità, ma tutt'oggi risultano presenti problematiche relative alla fruizione in tempo reale quali:

- Complessità di calcoli distribuiti off-line per resa stereoscopica;
- Gestione di sistemi d'illuminazione avanzata off-line (caostica, radiosity, global illumination ecc) su sequenze fruibili in tempo reale;
- Risoluzione di shader, bump e texture off-line in modalità stereoscopica;
- Posizionamento ed orientamento di telecamere virtuali(*left-eye e right eye*) in sequenze off-line;
- Definizione di *path* animate secondo la posizione del fruitore;
- Posizionamento e dinamica di effetti 3d off-line fruiti da sistemi *multi-screen*;
- Complessità computazionale di algoritmi di compositing di elementi 2d o 3D (effetti, testi, ecc) in sw di modellazione e animazione tridimensionale;
- Complessità computazionali relative alla gestione di modelli complessi(nuvole di punti, stl, ecc)
- Complessità relative al *frame rate HD* fruite su sistemi di visualizzazione tridimensionale;
- Problematiche relative ad algoritmi di compressione per archiviazione e la fruizione di dati off-line.

Problematiche di R&S nell'ambito della progettazione e sviluppo di piattaforme indossabili per la fruizione in AR (Augumented Reality)

In questo paragrafo analizzeremo le problematiche di R&S di una tecnologia innovativa proposta nell'ambito dell'OR5, molto flessibile e performante basata su una alta qualità della resa delle immagini come la Realtà Aumentata e come la medesima possa esprimere le sue potenzialità nel settore della valorizzazione dei beni culturali in cui il compito fondamentale è "esibire", "far vedere" e valorizzare opere il cui valore non può essere apprezzato senza una opportuna presentazione
La realtà aumentata (in inglese augmented reality, abbreviato AR) è la sovrapposizione di livelli informativi (elementi virtuali e multimediali, dati geolocalizzati etc) ad un flusso video che riprende la realtà che ci circonda. Gli elementi che "aumentano" la realtà possono essere visualizzati attraverso un device mobile, come un telefonino di ultima generazione, (es. l'iPhone 3GS o un telefono Android) o con l'uso di un pc dotato di webcam. Il sovrapporsi di elementi reali e virtuali crea una "Mixed Reality". Sono molte le esperienze effettuate dalla comunità scientifica sia nel campo della ricerca che nel campo industriale cercheremo di illustrare quelle più rilevanti.
Il recente sviluppo delle perfomance dei processori grafici ha aiutato la diffusione di applicazioni di augmented reality che fino a qualche anno fa sembravano impossibili. Per analizzare come questa evoluzione sia stata possibile partiremo dall'analisi di un sistema di AR, considerato nelle sue singole parti, per poi addentrarci nel campo applicativo. Naturalmente tutte le migliorie apportate al sistema rendono il medesimo più performante più usabile.
Gli Head Mounted Displays sono dei dispositivi che permettono la visualizzazione dell'immagine acquisita dalla realtà composta con quella generata al computer, possono essere see through quindi si può percepire la realtà circostante o totalmente immersivi. Alcune aziende del settore (Kaiser Electro-Optics Inc., Cybermind NL , Liteye Systems,sensics) in questi ultimi anni hanno perfezionato i propri visori cercando di migliorare il field of view, il peso dei dispositivi e la risoluzione. Gli ultimi dispositivi hanno un peso inferiore a 700g e possono essere quindi impiegati in settori in cui si prevede un utilizzo temporale di più lungo periodo. La risoluzione del display può arrivare fino al SXGA. Il field of view nei dispositivi analizzati può arrivare fino a 270°. La

tecnologia utilizzata per la visualizzazione può essere CRT,OLED o LCD e può essere utilizzata in alcuni HMD con due display per la visualizzazione stereo.
Gli Handled display sono dei dispositivi tipo palmari che consentono la visualizzazione di applicazioni di AR di dimensioni sufficientemente piccoli da poter essere gestiti con una mano. Normalmente questi dispositivi integrano delle tecniche di riconoscimento immagini (marker e/o marketless) per poter creare un sistema di riferimento relativo alla camera. In questi ultimi anni il progresso tecnologico ha fornito la possibilità di eseguire degli algoritmi di riconoscimento immagine anche su dispositivi portatili portando le applicazioni di AR anche in settori in cui la mobilità ha un peso rilevante. Alcune esperienze dimostrano come sia stato possibile utilizzando dei dispositivi cellulari di raggiungere dei frame rate di 30 Hz attraverso delle tecniche come PhonySIFT e PhonyFerns. Riportiamo di seguito riportiamo la configurazione hardware utilizzata per applicazioni di AR di alcuni dispositivi handled con degli ottimi risultati [4]:Symbol Motorola MC75 800 x 600,FORMAT_RGB565 a 30.0 fps,Sony Ericsson Xperia X2 800 x 480 (FORMAT_YV12) a 30.0 fps.

Le specifiche problematiche di R&S riguardano:

- Studio delle modalità di strutturazione e rappresentazione dei dati e dei contenuti culturali integrati nello spazio e nel tempo;
- Studio e messa a punto del sistema di fruizione basato sui dispositivi portatili per la fruizione real time dei contenuti;
- Studio e messa a punto degli algoritmi che permettono l'acquisizione e l'elaborazione dell'immagine acquisita su dispositivi portatili;
- Studio e ricerca orientata alle ICT ed alle infrastrutture di rete e protocolli idonei alla trasmissione real time dei contenuti,

Nell'ambito delle attività di ricerca relative allo studio e sviluppo delle applicazioni di realtà aumentata atte a supportare tutte le modalità di fruizione, saranno sviluppati SW utilizzando librerie grafiche per ottenere:

- modelli geometrici 3D;
- visualizzazione di diversi livelli di dettaglio dei modelli geometrici 3D;
- visualizzazione di dati in real time.

Per quanto concerne gli aspetti di interconnessione e comunicazione attraverso le tecnologie di rete ed in generale le ICT, si sottolinea che verrà analizzata e implementata la soluzione ottimale per la trasmissione dei contenuti virtuali su attrezzatura mobile (WS LAN/RF), nonché testata l'infrastruttura di rete.

Problematiche di R&S nell'ambito della fruizione di dati 3D olografici

Generalmente, quando un ologramma è ricostruito con una lunghezza d'onda diversa da quella usata nel processo di ricostruzione, l'immagine ottenuta è affetta da aberrazioni e distorsioni, che dipendono dal rapporto tra le due lunghezze d'onda e dalla differenza tra le dimensioni dei pixels del SLM e della telecamera usata per il processo di acquisizione. Comunque, grazie alla natura digitale dell'ologramma acquisito, è possibile applicare deformazioni lineari e non-lineari per compensare tali aberrazioni. D'altra parte, utilizzando un' appropriata configurazione nel processo di acquisizione è possibile minimizzare aberrazioni come, per esempio, coma e astigmatismo.
In olografia digitale, il rumore coerente nella fase di ricostruzione è inevitabile, degradando significativamente la qualità dell'immagine. La riduzione del rumore di speckle è tra gli obbiettivi di questa attività. Il rumore di speckle risiede in ambito di olografia digitale piuttosto che in quella ottica, ed inoltre è caratterizzato da una sua inerente irregolarità statistica. Verranno pertanto

valutate due tecniche di riduzione del rumore di speckle: Independent Component Analysis e Bidimensional Empirical Mode Decomposition.

In particolare in IT@CHA si afffronteranno le seguenti problematiche:

- Studio e sviluppo e sperimentazione di una configurazione per registrazione ologrammi digitali con laser a CO2;
- Sviluppo di algoritmi di per elaborazione ologrammi digitali per riduzione rumore, riduzione di rumore specifico di tipo speckle dovuto a impiego di radiazione coerente ;
- Studio e sviluppo di configurazione basata su proiettore olografico del tipo SLM (spatial light modulator) a cristalli liquidi;
- Sviluppo di metodo numerici e algoritmi di ottimizzazione dell'efficienza di diffrazione e proiezione di ologrammi digitali;
- Sviluppo di processi numerici per la sintesi numerica di scene 3D di tipo olografico;
- Studio e sviluppo di una configurazione ottica di proiezione olografica sia per configurazioni VIS che IR;
- Realizzazione di un prototipo stand-alone di proiezione olografico.

di fruizione per collezioni di immagini di grandi dimensioni: la visita panoramica

Negli ultimi anni si è assistito alla rapida diffusione di prodotti basati su grandi collezioni di immagini acquisite in maniera sistematica, come ad esempio EveryScape, Mapjack and Daum's Road View. Il primo progetto risale alla fine degli anni settanta, quando i ricercatori del MIT Media Lab crearono un sistema noto come Movie Maps che permetteva la visita virtuale della città di Aspen, Colorado. La più grande e probabilmente maggiormente conosciuta collezione è Google Street View. Ciò che rende questi prodotti realmente senza precedenti è la quantità e la densità di immagini consistenti e geo-posizionate che rendono disponibili all'utilizzatore. Tale combinazione di scala ed accuratezza permette di trovare efficacemente specifici punti di interesse, rendendo allo stesso tempo possibile muoversi virtualmente a livello della strada. Vari sono dunque i possibili utilizzi: ricerca di immobili, turismo virtuale, pianificazione di viaggi, ecc.

Molti prodotti di navigazione di collezioni di immagini condividono la stessa struttura di base: le immagini vengono acquisite da un veicolo mobile utilizzando un sistema con più video/foto camere. Le camere sono sincronizzate e l'insieme di immagini acquisite in un certo istante vengono combinate insieme per formare un panorama. Un utilizzatore può quindi navigare virtualmente tra le foto tramite una opportuna interfaccia. Recentemente un prototipo per la creazione di panorami simili a quelli di Google Street View con telecamere economiche e software open-source è stato proposto in.

Molti sono i problemi relativi alla realizzazione di sistemi di fruizione di grandi quantità di immagini. Quando si acquisisce un'immagine è importante conoscere, con la maggiore accuratezza possibile, la sua posizione e l'orientamento della vide/foto camera per poter effettuare l'accoppiamento tra immagine e mappe. Per tale ragione i veicoli sono spesso equipaggiati con sensori addizionali come giroscopi, accelerometri.

Lo scopo finale è quello di creare immagini panoramiche, realistiche e gradevoli, anche in presenza di una varietà di condizioni ambientali (es. cambi di illuminazione) combinando una gran quantità di immagini ad alta risoluzione.

Tale obiettivo viene raggiunto tramite l'utilizzo di una serie di complessi algoritmi di calibrazione della video/foto camera, di allineamento e fusione.

Problematiche di R&S sullo sviluppo di sistemi di fruizione di tipo GIS

In questo lavoro ci si dovrà confrontare con nuove problematiche a cui occorrerà far fronte impiegando risorse tecnologiche e risorse umane di alto profilo specializzato in ambito GIS.

Il modulo proposto e gli strumenti software dovranno essere in grado di supportare le estensioni destinate a potenziarne ed allargarne gli effetti all'intera organizzazione del progetto, agli Enti esterni, alle Imprese, agli Agenti/Attori (stakeholders) del territorio che operano nel campo dei beni culturali ed a tutti i cittadini.
Sarà in questo modo possibile raccordare tutti gli eventuali nuovi dati e/o applicativi all'interno dell'infrastruttura proposta (in particolar modo con moduli ETL ed un portale web oltre che con la piattaforma tecnologica di base).
La progettazione di un apposito modello di dati multidimensionale sottostante dovrà tenere conto delle funzionalità che il modulo GIS dovrà implementare, facendo una distinzione fra descrizione spaziale e descrizione geografica di un oggetto. Infatti, in funzione di queste ultime, sarà necessario progettare gli indici spaziali, utili per ottimizzare l'accesso, e le query spaziali utili a recuperare i dati e mostrarli all'utente. A tale scopo si farà uso delle estensioni di SQL (il linguaggio usato nei sistemi informativi classici per recuperare i dati) che implementano appositi operatori spaziali per poter esprimere vincoli del tipo:

- dammi tutti i beni con distanza minore di 500 metri dall'oggetto o posizione data;
- dammi tutti i reperti conservati nella stanza X;
- dammi tutti i siti in cui non siano stati effettuati sopralluoghi da più di 2 anni e che siano equidistanti fra Metaponto e Brindisi;

Il modello dati multidimensionale a cui ci si riferisce dovrà essere in grado di rappresentare oggetti complessi caratterizzato principalmente da tre componenti (vedi figura):

- un identificativo univoco che serve a distinguere due istanze di oggetti in modo che sia sempre possibile identificarle;
- una descrizione dimensionale che rappresenta la geometria dell'oggetto e la sua collocazione temporale;
- una descrizione alfanumerica che esprime tutte le altre caratteristiche proprie dell'oggetto (ad esempio nome, peso, ecc...).

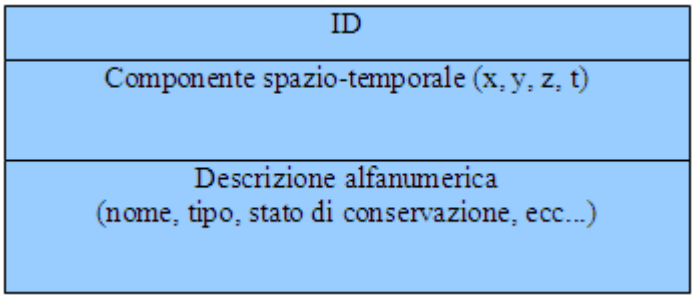

Figura 1 - schema di un oggetto multidimensionale

Per quello che ci riguarda più da vicino, ossia i beni culturali, particolare rilevanza risiede nella possibilità di rappresentare la dimensione tempo ed associarla ai beni da conservare. Sull'asse temporale è infatti possibile rappresentare lo stato di conservazione non soltanto attuale, ma anche di istanti passati (storico) e futuri (attività di simulazione, previsione e pianificazione), permettendo una notevole versatilità nell'utilizzo del modulo GIS.
Come valore aggiunto rispetto alle canoniche soluzioni GIS, il modulo dovrà offrire strumenti e funzionalità volti ad una maggiore ottimizzazione delle risorse e ad una maggiore interoperabilità tramite le azioni che si riportano di seguito:

- Integrazione di layer preesistenti: tale linea di attività ha come scopo quello di garantire la maggiore interoperabilità possibile. In questo modo attraverso un unico strumento sarà possibile esplorare diversi tipi di carte (luoghi, beni, interventi, immagini di diagnosi, indicatori di rischio di un bene, dati di monitoraggio, eventi);
- funzionalità di navigazione avanzata;
- funzionalità di vestizione dinamica di indicatori;

- funzionalità per la personalizzazione delle stampe;
- funzionalità per l'esportazione dei temi;
- funzionalità per la modifica da remoto delle geometrie puntuali;
- funzionalità di elaborazione dei grafici statistici;
- Adattamento automatico alla pagina di pubblicazione su portale web.

3.1 Descrizione degli elementi di coerenza del progetto con le strategie comunitarie, nazionali e regionali.

Essendo IT@CHA un progetto multi regionale (praticamente sono presenti nella cordata soggetti pubblici e privati di ogni regione di convergenza) è necessario effettuare un distinguo sulle strategie regionali di ogni singola regione. Nellaparte finale è riportata invece una visione nazionale e comunitaria delle scelte strategiche che il progetto vuole perseguire

Regione Puglia

Premettendo che il progetto di ricerca IT@CHA sarà affiancato da un **progetto di formazione**, che miri a configurare nuove figure professionali in grado di operare con eccellenza nelle tematiche individuate dal progetto di ricerca industriale, possiamo dire che la proposta nel suo complesso è in linea con la maggior parte degli assi di priorità individuati dal FSE 2007 -2013 adottato dalla regione Puglia come documento strategico per le misure POR.

Per quanto concerne l'ASSE I (Adattabilità) la logica di affiancamento di azioni di formazione specializzata ad attività di R&S, è stata in passato vincente. Le nuove figure professionali sono in grado di acquisire competenze non solo grazie a cicli di formazione in aula, ma anche e sopratutto, grazie *learning on the job* strutturati come periodi di stage presso le sedi dei partner coinvolti. Il progetto produrrà anche una piattaforma per l'*e-learning*, i cui learning object saranno allocati sul datacentre previsto per il progetto. Con la formula Ricerca e formazione in passato si è raggiunto un grado di occupazione post-progetto che in alcuni casi ha toccato il 70% dei formandi. Per quanto riguarda i tre assi cardine per l'incremento della occupazione, ovvero l'ASSE II (occubabililità), ASSE III (Inclusione sociale) ed ASSE IV (Capitale umano) va da se che la proposta è perfettamente in linea con gli obiettivi previsti dal FESR. A titolo di esempio, un progetto della dimensione di 10 M€ coinvolge per quattro anni ben 60 persone, a cui si aggiunge l'incremento di accupazione nell'indotto e negli spin-off che tipicamente questi progetti generano. Anche in questo caso va sottolineato che il percorso i formazione che affianca la ricerca produce specialisti nel settore delle tecnologie per i Beni Culturali. Tali tecnologie, e le competenze che inevitabilmente si formeranno, sono fortemente adatte al trasferimento tecnologico anche in altri settori strategici non solo per la regione Puglia ma per il sistema paese intero.

Il progetto IT@CHA è inoltre coerente con le linee strategiche tracciate dal PO FESR. In particolare in tema di valorizzazione del patrimonio culturale è stato dedicato un intero asse, ovvero l'Asse IV "Valorizzazione delle risorse naturali e culturali per l'attrattività e lo sviluppo". Tale scelta è matura anche alla luce delle esperienze maturate nei PIS e della centralità crescente che il patrimonio culturale riveste in Puglia. Le attuali linee programmatiche sostengono che "Occorre garantire una più efficace valorizzazione delle risorse culturali ed artistiche, anche al
fine di rafforzare i fattori di attrattività e competitività del territorio."

In particolare, appare prioritario favorire:

- il completamento delle reti di musei, biblioteche, teatri storici, aree archeologiche, siti monumentali e archivi storici in un'ottica di fruizione turistica
- il rafforzamento degli interventi di valorizzazione e fruizione.

Il recupero e la messa in rete dei beni culturali suindicati, a partire da alcuni poli di specializzazione territoriale coerenti con le precedenti esperienze dei Pis, consente di promuovere più efficaci strategie di valorizzazione e fruizione in direzione della qualificazione dei servizi e dell'incremento del livello di attrattività delle aree interne, così come indicato dagli obiettivi di destagionalizzazione e diversificazione dell'offerta turistica regionale.

In definitiva ci si propone di privilegiare le eccellenze, e queste possono essere individuate in quei gruppi di R&S che hanno primeggiato a livello nazionale ed internazionale grazie ad importanti progetti avviati e conclusi nella precedente programmazione.

Il PO FESR individua alcune attività concrete miranti alla "Tutela,valorizzazione e gestione del patrimonio culturale (Codice Reg. OR, 58, 59, 60)" tramite la "messa in rete e la valorizzazione dei

teatri storici, delle biblioteche, delle aree archeologiche e dei siti monumentali, al fine della loro fruizione turistica, concorre ad ampliare in misura significativa l'offerta turistica tradizionale locale, accrescendo l'attrattività nei confronti dei visitatori italiani ed esteri, nonché a sviluppare nuove forme e modalità di offerta turistica basata sull'integrazione con le aree interne e sulla promozione di attività in un arco temporale più ampio, in linea con l'evoluzione dei mercati a livello nazionale ed europeo. Per tale linea d'intervento s'individuano le seguenti tipologie di azioni:
- azioni materiali e immateriali per il completamento e potenziamento delle reti di beni culturali connessi alle aree archeologiche, ai musei, alle biblioteche, agli archivi storici , ai teatri storici, ai castelli e alle cattedrali, al fine della fruizione turistica di tali beni e quindi dell'aumento dell'aumento l'attrattività turistica della regione;"

Il PO FESR pone inoltre in primissimo piano come leva di sviluppo gli investimenti in innovazione tecnologica ed in R&S, su azioni concertate tra più soggetti di eccellenza e che abbiano caratteristiche di sistema. L'ASSE VI "competitività dei sistemi produttivi" fornisce una chiara vision a cui il progetto IT@CHA è fortemente allineato, soprattutto per i partner industriali coinvolti (PMI e Grandi Imprese) che intendono consolidarsi sul territorio (obiettivo operativo 1d).

Regione Campania

La formazione professionale è elemento di strategia essenziale nelle misure POR della regione Campania con ovvio riferimento agli assi di priorità del FES 2007-2013. Ciò è fondamentale nelle situazioni di sviluppo di tecnologie innovative soprattutto nel caso di approfondimento e di ampliamento di un sistema, in questo caso quello dei beni culturali, che necessitano di figure professionali operanti a livello di eccellenza. A tale proposito è opportuno evidenziare il ruolo internazionale di baricentro Mediterraneo che la regine Campania si è data con azioni quali la realizzazione del Centro Interistituzionale Euromediterraneo (CEM) che ha esportato conoscenze sviluppate tra sistemi di ricerca pubblica e PMI. Lo sviluppo di un portale e l'individuazione di nuove tecniche di fruizione, virtuale e reale, hanno evidenziato la necessità di un ampliamento sia qualitativo che quantitativo. Uno sforzo deve essere teso alla omogeneizzazione con altre regioni, o meglio, alla adattabilità di uno sviluppo tecnologico, specialistico, culturale, proprio di un singolo contesto alla situazione di altri contesti non solo nell'ottica di realizzazione ampliata ma anche alla possibile esportazione in senso stretto. Quale indicativo esempio si può citare la richiesta di conoscenze avanzata dal Ministero della Cultura di Bulgaria alla Soprintendenza di Pompei per la gestione, conoscenza e fruizione di un grande sito archeologico recentemente scavato.
La conoscenza del bene, con nuove ed avanzate tecniche di indagine, e innovative tecniche di fruizione permetteranno inoltre una gestione di sistema innovativo proponendo percorsi culturali transregionali non solo a carattere complessivo quale "i Bizantini" o " i Romani" ma di sottosistema muovendo quindi, attraverso la conoscenza anche materica, nuovi interessi che di norma si traducono in nuovi campi di specializzazioni ed in ultima analisi, nuove specializzazioni che necessitano di nuove tecnologie.

Quanto sviluppabile con il progetto IT@CHA potrà essere sinergicamente veicolato con quanto già messo a punto e realizzato quale il già citato progetto CEM sia tramite il portale e soprattutto con il sistema di realizzazione di dimostratori che ha mostrato un eccellente feed back. La diversificazione dei temi trattati è stata, e potrà essere, un elemento di forza progettuale dato che l'approccio, sia in senso di sviluppo di competenze che di applicazione e di nuove tecnologie, è veramente teso ad un sistema multidisciplinare calabile in una realtà operativa quale quella delle PMI. Ulteriore aspetto sinergico può essere visto con il costituendo centro di alta formazione per i BB.CC. di Castellamare di Stabia.

I temi che dovrebbero trovare più ampio discorso sono:

- La diversificazione. La regione Campania è caratterizzata dalla forte connotazione archeologica del contesto Pompeiano che deve essere migliorato ma non visto come l'unica risorsa per una internazionalizzazione della fruizione sia turistica che in senso più lato.
- L'approfondimento. Nel senso che nuove tecniche di fruizione e di conoscenza del bene dovranno essere applicate e applicabili a nuovi contesti per poter agevolare la realizzazione di un sistema di rete per poter proficuamente andare verso sistemi sempre più integrati.
- Dimostrabilità in campo. Le eccellenze raggiunte saranno rese appetibili dal punto di vista di ingegnerizzazione e di commercializzazione per poter indurre spin-off di sistema e di competenza e ciò soprattutto attraverso interventi dimostrativi che verifichino la applicabilità di quanto messo a punto.

I percorsi culturali interregionali necessitano di personale altamente specializzato non solo per la mera fruizione turistica ma anche per la ricerca che permette l'individuazione di nuovi percorsi tramite lo sviluppo delle nuove conoscenze acquisite. Da questo punto i vista la ricerca, la formazione e l'integrazione sono gli assi portanti del progetto IT@CHA per la regione Campania.
Va infine aggiunto che l'approfondimento e la conoscenza di giacimenti culturali comporta sovente anche la riscoperta tecnologica di antichi mestieri che, opportunamente adattati, possono creare una valida rifioritura di mestieri e mercati quale il ben noto caso San Leucio; da questo punto di vista il progetto deve anche essere visto come un valido strumento che, attraverso lo sviluppo di nuove ed avanzate tecnologie e le relative figure professionali, mira alla promozione di progetti anche convenzionali in sistemi ad alta competitività con valore aggiunto di alta tecnologia.

Regione Calabria

La presente proposta di progetto tiene conto delle molteplici criticità della Calabria in materia di innovazione, ed è finalizzata ad attuare strategie di intervento concrete nel rispetto degli obiettivi specifici e operativi definiti nel PON Ricerca e Competitività per le regioni della convergenza e in coerenza con le priorità di sviluppo che la regione Calabria ha definito nel POR 2007-2013.
Gli obiettivi delle linee strategiche di programmazione definiti in tale documento nel campo della R&S, e suddivisi in diversi Assi, sono i seguenti:

1. Sviluppo e valorizzazione del Capitale Umano
2. Eccellenza nella ricerca di base.
3. Concentrazione su punti di forza e settori strategici
4. Multidisciplinarietà.
5. Collaborazione pubblico-privato.
6. Utilizzo di una pluralità di fonti e di meccanismi di finanziamento.

E' evidente che le linee di ricerca che si intendono perseguire in questa proposta di progetto ed i risultati attesi appaiono perfettamente in linea con le linee strategiche succitate.

Le attività previste nel progetto porteranno infatti ad una valorizzazione delle competenze di ogni singolo soggetto proponente in funzione delle proprie peculiarità .

Nello stesso tempo si perseguirà una strategia comune che sarà quella di aggregare la rete di competenze in modo da ottenere leve competitive in grado di offrire vantaggi concreti in un mercato potenziale imponente quale è quello dei beni culturali.

La tutela dei Beni Culturali, rappresenta infatti, secondo alcuni esperti, un settore in grado di generare in prospettiva nuovi posti di lavoro nonché nuove professionalità legate allo sviluppo di tecnologie innovative. Da qui emergono, fra le altre, esigenze di priorità formativa ad interventi di salvaguardia delle opere d'arte condotti con una logica innovativa mirata a sviluppare competenze specialistiche e al tempo stesso compatibili con l'ambiente.

Ciò consentirà anche di sensibilizzare un bacino sempre maggiore di utenza, sia sul territorio nazionale, ma soprattutto in ambito europeo, al concetto di manutenzione e di interventi

programmati sul patrimonio storico ed architettonico, sviluppando così la prevenzione e non gli interventi di emergenza che comportano costi ben maggiori.
Oltre agli impegni di personale per il progetto IT@cha in sé, che favoriranno la nascita di nuove figure professionali ad altissimo livello di competenze, i risultati attesi del progetto favoriranno la creazione di PMI di servizi per la tutela dei beni culturali, nonché lo sviluppo delle strutture produttive delle aziende già presenti su tale mercato.

Si stima infatti un incremento di personale dedicate all'area di R&S durante il corso della ricerca; successivamente, in fase di diffusione dei risultati, è previsto un ulteriore incremento di personale presso le aziende coinvolte nel progetto ed una ricaduta occupazionale presso gli enti partecipanti e le imprese collegate.
In particolare si prevede la formazione di personale impiegato nei progetti di ricerca, la riqualificazione del personale di ricerca ed in particolare di quello qualificato nel settore ICT e della tutela dei beni artistici, il distacco di ricercatori da enti pubblici e Università a PMI, la formazione di figure qualificate nonché di professionalità che consentano di rafforzare i collegamenti tra sistema formativo –scientifico e imprenditoriale.
Non meno economicamente rilevante sarà la qualificazione professionale dell'intero micro-sistema socioeconomico territoriale delle aree delle regioni del partenariato e il potenziamento della loro capacità produttiva e di attrazione turistica.
Il risultato finale sarebbe dunque quello di dotare le regioni di convergenza di una robusta e qualificata infrastruttura scientifica e tecnologica a sostegno della sua crescita economica nello scenario della competizione globale basata sulla conoscenza, proprio come auspicato/previsto dai PON e FESR approvati da tali regioni.

Regione Sicilia
In tema di beni culturali, la Sicilia offre una dotazione di rilievo caratterizzata sia dalla presenza di numerosi poli di interesse, sia da un ampio patrimonio diffuso e localizzato nelle aree interne.
Tale patrimonio si caratterizza per 111 diverse strutture (fonte Dipartimento Beni culturali, Ambientali ed E.P. Regione Siciliana) distinte in 9 antiquaria, 19 musei archeologici, 21 musei (civici ed etno-antropologici) e ben 62 zone archeologiche.
Nonostante ciò, i dati dell'Istituto Tagliacarne (la fondazione dell'Unioncamere che ha la missione istituzionale di promuovere e diffondere la cultura economica) evidenziano una situazione di criticità nelle strutture culturali e ricreative, oltre che nei trasporti.
In linea con l'Orientamento 2 del PO FESR per la Sicilia "*Promuovere la Conoscenza e l'Innovazione a favore della Crescita*" e nello specifico con gli obiettivi 2.1 "*Aumentare e indirizzare meglio gli investimenti nell'RST*" e 2.3 "*Promuovere la società dell'informazione per tutti*", il Progetto IT@CHA punta, come stabilito nell'Asse prioritario 4 ("*Diffusione della ricerca, dell'innovazione e della Società dell'Informazione*") a potenziare le capacità regionali di ricerca e di innovazione, contribuendo in tal modo alla partecipazione effettiva allo spazio europeo di ricerca.
Un importante contributo sarà fornito poi al raggiungimento degli obiettivi OSC 2.2 "*Facilitare l'innovazione e promuovere l'imprenditorialità*" e 2.4 "*Migliorare l'accesso al credito*" e all'Asse prioritario 5 del PO (*Sviluppo imprenditoriale e competitività dei sistemi produttivi locali e del turismo*), finalizzato a promuovere un contesto produttivo favorevole alla produzione, la diffusione e l'uso delle nuove conoscenze da parte delle imprese.
In effetti imprese coinvolte nei risultati della ricerca in oggetto beneficeranno di una forza competitiva che consentirà l'apertura e l'esplorazione di nuove aree di business in Sicilia e in Italia, dove rimane concentrata gran parte delle opere artistiche da salvaguardare, ma con la possibilità di ampliare la relativa commercializzazione a livello europeo e mondiale.
Per ciò che riguarda più strettamente il settore dei Beni Culturali, il PO FESR stabilisce, nell'Asse 3 la necessità di "*Valorizzazione delle identità culturali e delle risorse paesaggistico - ambientali per l'attrattività e lo sviluppo*".

Ossia bisogna "*valorizzare i beni e le attività culturali e ambientali quale vantaggio comparato della regione per aumentare l'attrattività territoriale, per rafforzare la coesione sociale e migliorare la qualità della vita dei residenti* ".
Anche in questo caso, il progetto IT@CHA si dimostra perfettamente coerente con tali obiettivi: si prevede per le attività proposte nel progetto un incremento della domanda di lavoro qualificato sia presso imprese produttrici di prodotti e/o servizi inerenti alla salvaguardia del patrimonio artistico, sia attraverso la gemmazione di piccole aziende che possano svolgere attività di monitoraggio, diagnosi, conservazione e restauro con richiesta di personale nuovo o facente parte di realtà già presenti ed operanti sul territorio.
È facile immaginare l'effetto positivo che tutto ciò avrà sulla qualità della vita dei soggetti interessati a tale fenomeno.
Il progetto IT@CHA si dimostra altresì fortemente allineato al conseguimento degli obiettivi dell'Asse 4, che stabilisce come linea strategica di "*Valorizzare in maniera sistemica le filiere della ricerca e dell'innovazione e accrescere la fruibilità dei servizi tecnologici avanzati per i cittadini, le imprese e la Pubblica Amministrazione*"
E' ragionevole infatti ritenere che il sistema concepito, sviluppato e testato dal progetto sulle problematiche specifiche dei Beni Culturali, possa interessare settori più ampi della conservazione, ogni qualvolta si presenti la necessità di controlli sistematici.
Si pensi, ad esempio, ai patrimoni immobiliari o alle grandi opere di ingegneria civile e, dunque, a quante e quali ulteriori ricadute sul mercato industriale.
Ciò amplierà notevolmente il bacino potenziale degli utenti.
Va quindi sottolineata la ricaduta scientifica ed economica per il territorio dove si svolgerà questa ricerca, dal momento che il progetto contribuirà a creare un indotto, occupazionale e formativo, di estrema importanza per la riqualificazione delle aree oggetto dell'obiettivo.

Linee strategiche Nazionali e comunitarie

Nei principi del Codice dei Beni culturali e del Paesaggio (Decreto Legislativo n. 42/2004, art.1) la tutela e la valorizzazione del patrimonio culturale concorrono a preservare la memoria della comunità nazionale e del suo territorio e a promuovere lo sviluppo della cultura. Lo Stato, le regioni, le città metropolitane, le province e i comuni assicurano e sostengono la conservazione del patrimonio culturale e ne favoriscono la pubblica fruizione e la valorizzazione.

Tale Patrimonio è inoltre la leva principale per la "European (and national) Identity" – uno degli obiettivi strategici della Commissione Europea. La cultura è, infatti, il "terreno di sviluppo" per la fiducia e la coesione sociale.

Un'adeguata valorizzazione del Patrimonio Culturale mette in moto una serie di processi e possibilità che possono rafforzare in maniera rilevante la posizione competitiva di un paese:

- Patrimonio Culturale come possibile motore di sviluppo socio-economico
- Patrimonio Culturale come laboratorio per sperimentare nuove tecnologie e creare nuove professionalità
- Patrimonio Culturale come occasione di nuove forme di apprendimento

La filiera dei Beni Culturali in Italia è una filiera economica sempre più integrata che tende a porre in sinergia – settori creativi e produttivi spesso considerati (e gestiti) in maniera indipendente.
Questi punti cardine, che pongono il Bene Culturale non solo come baricentro per trasferimento ai posteri della nostra identità culturale, ma anche come possibile leva di sviluppo territoriale in termini anche economici; sono alla base dei criteri di scelta delle tematiche di ricerca del progetto IT@CHA.

4) Durata (in mesi) e data di inizio del progetto

36 mesi
Il progetto partirà il **01/04/2011**

5) Luoghi di svolgimento del progetto

Di seguito i luoghi di svolgimento del progetto per ogni partner:

PARTNER		Regione	LUOGO
AGEOTEC		SICILIA	TRAPANI
Cultura & Innovazione		CALABRIA	COSENZA
CACCAVO		CAMPANIA	NAPOLI
CETMA		PUGLIA	BRINDISI
CNR	CNR-IC	PUGLIA	BARI
	CNR-INOA	PUGLIA	LECCE
	CNR-INOA	CAMPANIA	NAPOLI
	CNR-ISTM	UMBRIA	PERUGIA
DIPETRO Group		SICILIA	CATANIA
ENEA		EMILIA ROMAGNA	BOLOGNA
		LAZIO	FRASCATI
		CAMPANIA	PORTICI
INFOBYTE@		PUGLIA	BARI
QUADRATV		PUGLIA	BARI
SIPRE		PUGLIA	BRINDISI
TECHLAB WORKS		SICILIA	CATANIA
TERIN		PUGLIA	BRINDISI
UNIPA		SICILIA	PALERMO
UNISAL		PUGLIA	LECCE
		PUGLIA	BRINDISI
UNICAL		CALABRIA	RENDE

6) Responsabile del progetto

Per il Consorzio CETMA (soggetto coordinatore)
Ing. **Lucio COLIZZI**
Direttore della divisione Ingegneria Informatica
Nato a Parabita (LE) il 06/12/1971
Residente ad Arnesano (LE), Via Orazio snc, CAP 73010

Per DIPIETROGROUP srl
Salvatore BELLARDITA

Responsabile Divisione Service
Nato a Palagonia (CT) il 07/11/1968
Residente in Siracusa, Via Gregorio Asbesta 8k, cap 96100

Per il Consorzio Terin:
ing. **Giuseppe TURO**,
Responsabile Tecnico del Consorzio,
nato a Barletta il 26/02/1941
residente a Lecce in via 25° Reggimento Fanteria, 9 - cap 73100

Per Ageotec srl
Vincenzo Venza
Project coordinator
Nato a trapani (TP) Il 21/06/1957
Residente in via Borgonovo ,17
Cadorago (CO) 22071

Per Caccavo srl
Geom. **Anna Maria Caccavo**
Legale rappresentante e direttore tecnico della Caccavo srl
nata a Pontecagnano (SA) il 28/08/1956
residente a Salerno in via Vicolo della neve n. 10

Per TechLab Works
Fabrizio Garufi
Project Manager
Nato a Catania il 16/08/1982
Residente a Mascalucia(CT) in Via F.lli Cairoli, 14

Per SIPRE srl
Ing. **Livio PASCALI**
Direttore Tecnico Sipre
Nato a Napoli (NA) il 29/11/1962
Residente ad GALATINA (LE), Via Abruzzo 10, CAP 73013

per Quadra TV S.c.ar.l
Gabriele Bondanini
Presidente
Nato a Roma (RM) il 18/05/1976
Residente in Roma, Via Manfredi Azzarita 41 CAP 00189

Per INFOBYTE@
Dott. **Roberto Zanoni**
nato a Acquapendente (VT) il 2 Aprile 1969
residente in Via Cutigliano n. 9
00146 Roma

Per ENEA
Dott. **Giorgio Fornetti**
sezione FIS-LAS
nato a Casale Corte Cerro (VB) il 14/07/1951

res. a Grottaferrata (roma), viale San Nilo 11, cap. 00046

Per il CNR
Dott. **Luca PEZZATI**
Responsabile UOS Lecce
Nato a Firenze (FI) il 19/03/1964
Residente a Firenze (FI), Via A. Vannucci n. 18, CAP 50134

Per L'Università del Salento
Prof. **Lucio Calcagnile**
CEDAD (Centro di Datazione e Diagnostica)
Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione-Ordinario di Fisica Applicata
Università del Salento
Nato a Copertino il 02/11/1962
Residente a Copertino (Le) Via Lucania 111/E, CAP 73043

Per l'Università di Palermo
Prof. Franco Palla, nato a Palermo il 25/11/1956,
via Archirafi, 38 - 90123 Palermo - Sicila -Italia
Prof. Associato confermato di Biologia molecolare

Per l'Università della Calabria
Prof. Gino Mirocle Crisci
Preside della Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali
Nato a Portocannone (CB) il 21/12/1949
Residente a Rende (CS), Contrada Lacone s.n., cap 87036

Per Cultura & Innovazione
Dott.ssa **Patrizia Tortorici**
Contrada Pasquali (Mendicino) - 87100 COSENZA
Tel. Ufficio: 0984/77756.202
Altro recapito: 335-6433675
Nata a Vibo Valentia il 25 Agosto 1964

7) OBIETTIVI, ATTIVITÀ E TEMPISTICA

Il progetto IT@CHA è stato strutturato in sette Obiettivi Realizzativi. Ogni obiettivo dal 1 al 5 ha il compito di proporre tecnologie in omologhe fasi del processo di gestione del bene culturale. Nell'OR6 si è fatta la scelta di confinare lo sviluppo dei prototipi, pertanto l'OR risulta di SS. L'ultimo OR dedicato alla sperimentazione ed alla diffusione dei risultati della ricerca.

8) Struttura del prodotto/processo/servizio

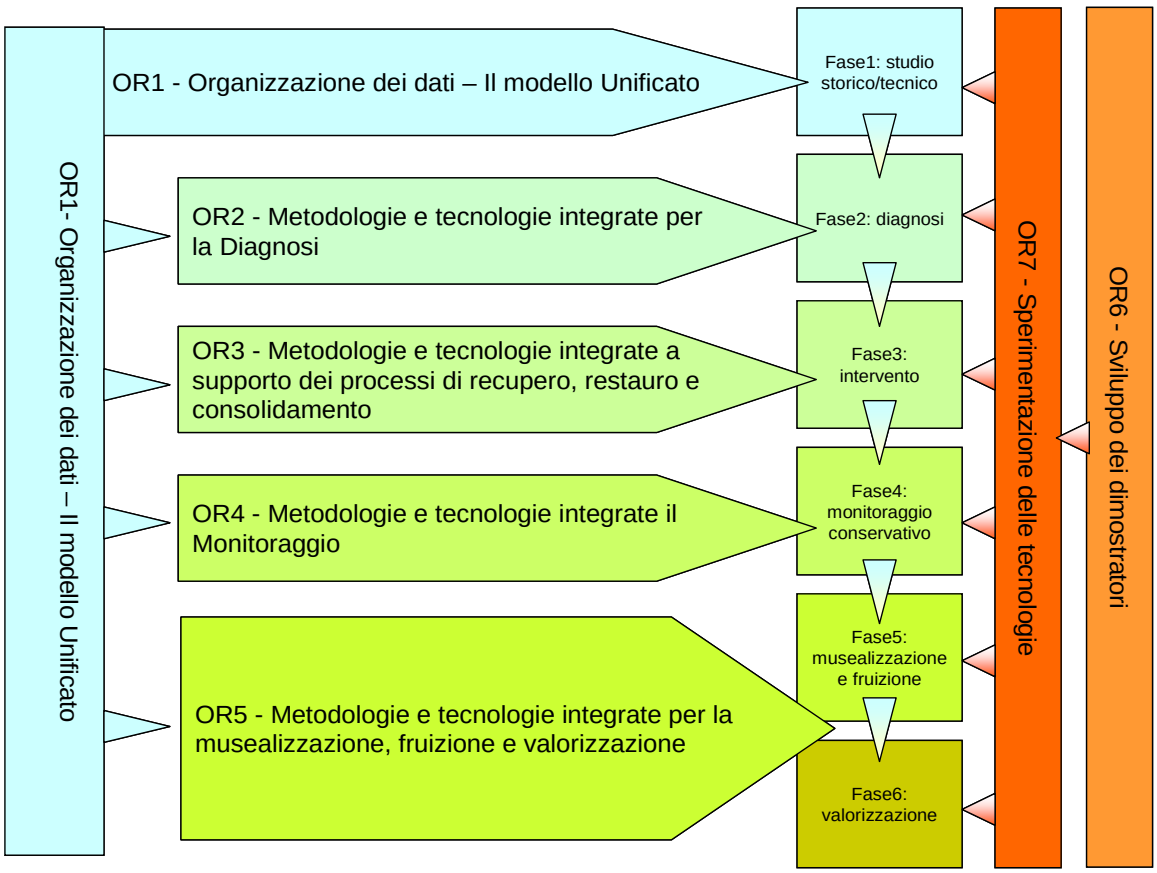
OR1- Organizzazione dei dati – Il modello Unificato
OR1 - Organizzazione dei dati – Il modello Unificato
OR2 - Metodologie e tecnologie integrate per la Diagnosi
OR3 - Metodologie e tecnologie integrate a supporto dei processi di recupero, restauro e consolidamento
OR4 - Metodologie e tecnologie integrate il Monitoraggio
OR5 - Metodologie e tecnologie integrate per la musealizzazione, fruizione e valorizzazione
Fase1: studio storico/tecnico
Fase2: diagnosi
Fase3: intervento
Fase4: monitoraggio conservativo
Fase5: musealizzazione e fruizione
Fase6: valorizzazione
OR7 - Sperimentazione delle tecnologie
OR6 - Sviluppo dei dimostratori

Figura 2 - Struttura degli OR

Nella figura precedente si riporta la struttura logica con cui gli Obiettivi realizzativi sono collegati. L'OR1 è fondamentale non solo perché consente di organizzare informazioni storico/tecniche, ma anche perché fornisce i requisiti che le tecnologie sviluppate negli altri OR devono soddisfare per "generare" dati che siano compatibili con il modello. Ovviamente ogni fase del ciclo di vita del Bene Culturale riportato potrebbe essere un contenitore infinito di tecnologie abilitanti. Il progetto IT@CHA propone di indagare su un sottoinsieme di esse, ovvero quelle approcciabili dalle competenze del partenariato coinvolto. Gli OR che vanno dal numero 2 al numero 5 sono strutturati in modo da fornire tecnologie a supporto delle relative fasi, e nel corso delle attività di RI ogni partner operante in tali OR dovrà garantire di rispettare lo standard in uscita dall'OR1. Questa orchestrazione degli OR consente di definire un obiettivo strategico agglomerante che viene perseguito grazie proprio al concetto di standard di dati universalmente accettato dai partner e dagli end user.

9) Obiettivi realizzativi e Attività

OR1: Organizzazione dei dati – Il modello Unificato

L'ambito della standardizzazione dei dati nel settore dei beni culturali, è sempre stato argomento di frattura anche tra enti pubblici preposti alla tutela ed alla valorizzazione. Nei primi anni del nuovo secolo, mentre in Italia l'ICCD ha creato un suo contenitore, in Europa si sono finanziati progetti aventi come obiettivo quello di creare un linguaggio comune a diversi pesi membri (es. il progetto Michael e Michael +), coordinato dal MIBAC nel nostro paese. L'esperienza Italiana di questi progetti è stata articolata non sullo sfruttamento di risultati ottenuti in precedenza, ma sul ripensamento da zero delle soluzioni al problema, il quale ancora attende di essere risolto in maniera definitiva, non solo sull'organizzazione dei dati digitalizzati ma su tutto il fronte del processo di gestione del BC. In questo progetto, facendo tesoro dei risultati già conseguiti in passato, i partner cercheranno di definire in modo esaustivo e completo. Tale modello sarà alla base di un processo di futura standardizzazione Europea.

Descrizione delle attività dell'OR1:

N OR	Titolo OR	Attività	Titolo	RI/SS	Partner Responsabile	Partner coinvolti	Risultato Attività	localizzazione
OR1	**Organizzazione dei dati – Il modello Unificato**	A 1.1	Audit tecnologico e territoriale finalizzato alla misura dei bisogni	RI	CETMA	TERIN, C&I	Report	Brindisi
		A 1.2	Analisi dei modelli di dati esistenti, ottimizzazione, integrazione, fusione e normalizzazione	RI	TERIN	CETMA, C&I	Report	Brindisi
		A 1.3	Studio di un modello relazionale unificato	RI	CETMA	TERIN, C&I	Report	Brindisi
		A 1.4	Analisi di copertura del modello unificato, proposta di uno standard	RI	TERIN	C&I	Report	Brindisi
		A 1.5	Definizione delle "linee guida alla generazione di dati inerenti i BC aderente al modello unificato"	RI	TERIN	C&I	Report	Brindisi
		A 1.6	Studio di una piattaforma ICT per la gestione di dati in architettura SOA	RI	ENEA	TERIN,C&I	Report	Portici/Bologna

Att.1.1 Audit tecnologico e territoriale finalizzato alla misura dei bisogni tecnologici del settore

L'attività ha come obiettivo quello di studiare e definire una metodologia generale, che supporti le attività di trasferimento tecnologico dei risultati della ricerca, e allo stesso tempo di realizzare un sistema a supporto di tale metodologia. Attraverso un insieme di servizi web si realizzerà una guida sperimentale per l'auditing, che estenda, all'interno del dominio, il dialogo tra risorse e competenze e ne rilevi, al tempo stesso, i bisogni specifici.

La metodologia seguita per il raggiungimento dell'obiettivo prevede diversi passi:

1. Studio ed analisi del dominio di riferimento
2. Analisi dei modelli organizzativi interni al dominio
3. Individuazione della strategia per lo sviluppo futuro
4. Individuazione dei destinatari dell'indagine
5. Individuazione degli obiettivi che si vogliono raggiungere con l'indagine;
6. Individuazione dei possibili quesiti da sottoporre al fine di estrapolare le informazioni necessarie, oggetto dell'indagine;
7. Contatto dei soggetti da coinvolgere nell'indagine con una opportuna descrizione del'indagine;
8. Compilazione dei questionari (compilazione in remoto, in presenza, on the web)
9. Analisi statistica dei dati di feedback
10. Informazione e formazione via e-learning
11. trasferimento tecnologico

All'interno dell'attività, la metodologia precedentemente definita verrà implementata attraverso lo studio, la progettazione e lo sviluppo di una piattaforma abilitante in grado di supportare il gruppo di lavoro nell'azione di audit, e dall'altra la realizzazione di un *audit tecnologico*.

In generale, un **audit tecnologico** realizza innanzitutto un'azione di *autodiagnosi*, che consente di pianificare azioni di miglioramento.

In generale, il processo di **audit tecnologico** è caratterizzato dalle seguenti fasi:

1. *caratterizzazione aziendale*
2. *audit*

Per *caratterizzazione aziendale* si intende la fase di organizzazione dei contatti aziendali in *panel*, costituito da un gruppo di organizzazioni (aziendali e non) accomunate da uno stesso obiettivo

La fase di *audit*, invece, è quella all'interno della quale avviene la conoscenza effettiva del dominio e dell'attività in esso svolta: viene infatti definito l'obiettivo di audit, vengono definiti i questionari che, sottoposti alle organizzazioni, consentiranno di portare avanti l'azione di autodiagnosi.

Questa fase si conclude con un documento essenziale: il *rapporto di audit*, che contiene l'analisi dei risultati ottenuti e fornisce le linee guida metodologiche, utili per avviare azioni di miglioramento legate all'applicabilità delle tecnologie proposte.

Att.1.2 Analisi dei modelli di dati esistenti, ottimizzazione, integrazione, fusione e normalizzazione

Sarà condotta un'analisi del dominio applicativo per ricavare i requisiti di un nuovo e organizzato modello unificato.

Verranno anche esaminati i vari modelli di dati già utilizzati nella catalogazione dei beni culturali con la finalità di produrre una tabella comparativa dalla quale estrapolare i benchmark utili alla scelta della struttura più idonea.

Durante la fase di analisi studio e approfondimento del dominio applicativo si acquisiranno, quali elementi al contorno, le normative ed i vincoli vigenti in materia al fine di rispettarne i presupposti di legge e standardizzazione. Sarà utile, ai fini della quantificazione dei risultati e dei benefici introdotti, redigere il modello AS IS ed il relativo modello TO BE.

L'analisi dei dati esistenti permetterà la stesura di diagrammi concettuali al fine di simulare la copertura del modello rispetto alle esigenze di progetto.

Verranno utilizzate anche metodologia di "reverse engineering" per la costruzione del modello concettuale.

Con raffinamenti successivi si procederà all'ottimizzazione, mediante normalizzazione, e/o all'integrazione degli oggetti che scaturiranno dalle specifiche esigenze progettuali.

Il modello si baserà su **relazioni semantiche** dei significati di ogni singola informazione/dato, permettendo di progettare agenti "intelligenti" in grado di riconoscere determinate informazioni semantiche e di svolgere specifiche operazioni in modo del tutto automatico. L'intelligenza semantica è il paradigma alla base del Web 3.0 oggi in piena evoluzione.

Tale visione dell'informazione permetterà, ad esempio, di organizzare un testo non solo in base alle parole che conterrà, ma in base al contenuto e al significato dello stesso.

Un modello di interpretazione del contenuto permetterà ricerche più evolute delle attuali ed altre operazioni specialistiche come la costruzione di reti di relazioni e connessioni secondo logiche più elaborate.

Att.1.3 Studio di un modello relazionale unificato

Arrivare ad un modello di dati unificato significa individuare una struttura ontologica che sia in grado di definire il dominio dei beni culturali. Tale dominio si estende in tutto il processo di gestione e pertanto lo schema dovrà potenzialmente essere in grado di contenere dati riguardanti lo studio storico come la diagnosi o l'intervento e la fruizione. Non solo, un modello che si rispetti e ambisca a divenire uno standard dovrebbe anticipare l'evoluzione nel futuro del dominio stesso. Alcune linee di ricerca nel mondo dell'analisi dei dati si basano sul definire costrutti relazionali

standard a loro volta e che sono in grado di descrivere un preciso elemento di conoscenza ricorrente in diversi settori. Si parla di *Design Pattern*.
Nell'ingegneria del software, un design pattern (struttura di progettazione) può essere definito "una soluzione progettuale generale a un problema ricorrente". Esso non è una libreria o un componente di software riusabile, quanto piuttosto una descrizione o un modello da applicare per risolvere un problema che può presentarsi in diverse situazioni durante la progettazione e lo sviluppo del software.
Gli object-oriented design pattern tipicamente mostrano relazioni ed interazioni tra classi o oggetti, senza specificare le classi applicative finali coinvolti. Tali pattern risiedono quindi nel dominio dei moduli e delle interconnessioni. Ad un livello più alto sono invece i _Pattern architetturali_ che hanno un ambito ben più ampio, descrivendo un pattern complessivo adottato dall'intero sistema.
La differenza tra un algoritmo e un design pattern è che il primo risolve problemi computazionali, mentre il secondo è legato agli aspetti progettuali del software.
In questa attività si vuole investire nella codifica di un costrutto relazionale per il dominio dei beni culturali basato sulla logica del design pattern. Il modello ottenuto sarà di alto livello semantico e si sostanzierà nel momento in cui sarà necessario affrontare un preciso problema di archiviazione su una specifica fase del processo di gestione del bene culturale. Un approccio del genere, del tutto innovativo, consentirà di ottenere un modello generale e delle linee guida per essere conformi al modello stesso. Una tecnologia messa a punto in una qualsiasi fase della filiera potrà quindi essere essa stessa conforme nella generazione di dati (esempio una misura in fase di diagnosi) rispettando le linee guida.
La prova del raggiungimento del risultato finale che l'attività si pone di ottenere è la copertura totale delle specifiche di standard (non di fatto) attualmente esistenti.

Att.1.4 Analisi di copertura del modello unificato, proposta di uno standard

Sul modello unificato elaborato nell'attività 1.2 e 1.3 verrà condotta l'analisi di copertura mediante strumenti e metodi oggetto della presente ricerca.
Tale ricerca prenderà in esame la copertura sia dei modelli relazionali classici illustrati nei diagrammi concettuali sia le relazioni semantiche degli agenti intelligenti per stabilire l'effettiva capacità di riconoscere determinate informazioni e dunque svolgere le specifiche operazioni.
In questa attività si analizzerà l'ontologia, ovvero la rappresentazione formale condivisa ed esplicita della concettualizzazione nel dominio dei Beni Culturali, creata nella ricerca delle relazioni semantiche affrontata nelle attività precedenti del presente obiettivo realizzativo.
Si valuterà la copertura del modello unificato simulando l'adozione dei dati utilizzati nei sistemi informativi già esistenti (es. ICCD, Michael e Michael +). Si creeranno matrici di tracciabilità tra i requisiti per la copertura del modello unificato con la possibilità di estrapolare benchmark e indici di corrispondenza.
La ricerca di uno standard e la successiva proposta di adozione consisterà nel tentativo di formulare una concettualizzazione esaustiva attraverso un vocabolario e una struttura di dati che conterrà tutte le entità rilevanti, le relazioni esistenti fra di esse le regole, gli assiomi ed i vincoli specifici del dominio.

Att.1.5 Definizione delle "linee guida alla generazione di dati inerenti i BC aderente al modello unificato"

Il percorso di studio e definizione delle linee guida inerenti al modello unificato tratterà argomenti come la valutazione rigorosa e sistematica delle fonti e la esplicitazione dei livelli di prova. Nella stesura di una linea guida la forza delle evidenze utilizzate è l'elemento che garantisce la migliore qualità nei contenuti presenti in una linee guida e di converso, la debolezza delle evidenze porta ad una linee guida di bassa qualità.

Il processo di produzione di una linea guida partirà dalla identificazione dei dati inerenti i BC del modello unificato attraverso esperti con il compito di definire i quesiti ed i punti focali per sviluppare e portare a termine una revisione sistematica della letteratura scientifica "pertinente". Sarà condotta una valutazione delle evidenze disponibili con particolare attenzione a eventuali linee guida già esistenti. Successivamente sarà elaborata una bozza preliminare e che come tale deve essere proposta e fatta valutare da esperti, tecnici, organismi di riferimento al problema trattato. Infine vi è la stesura delle linea guida definitive dopo una verifica della bozza preliminare. Il processo si baserà sulla raccolta sistematica delle informazioni rilevanti al problema oggetto della linea guida e sulla interpretazione delle stesse.
Rappresentatività e comprensibilità dei contenuti saranno elementi irrinunciabili per una buona articolazione delle regole e delle pratiche, stabilite dagli esperti coinvolti nel processo di definizione della stessa.
Verranno proposti alcuni criteri di valutazione finalizzati al miglioramento delle linee guida in termini di qualità ed efficacia.
La valutazione critica della qualità del modello di riferimento prenderà in considerazione non solo la metodologia degli studi ma anche l'effettiva rilevanza relativamente al possibile impatto sul sistema.

Att.1.6 Studio di una piattaforma ICT per la gestione di dati in architettura SOA

La crescita delle tecnologie informatiche ed il loro sviluppo in termini di applicazioni è stato impetuoso anche grazie all'avvento della rete. L'eterogeneità delle risorse ITC a disposizione e la necessità di interagire tra di loro in termini di scambio dati a portato a ripensare la strategia di integrazione piuttosto che stravolgere l'intera struttura esistente ITC inserendo nuovi sistemi centralizzati.
L'obiettivo è quello sviluppare all'interno dell'infrastruttura ITC esistente una architettura di riferimento orientata alla fruizione remota ed integrata di servizi (SOA) per il processo di gestione del Bene Culturale costituito da varie fasi che coinvolgono attori e procedure differenti.
Architettura significa insieme di regole finalizzate a raggiungere un determinato obiettivo e quindi anche una SOA si avvale di una serie di strumenti che permettono di definire e di descrivere i flussi di dati affinché siano accessibili via Web o comunque da remoto indipendentemente dal terminale dell'utente.
Da un punto di vista logico, per strutturare i servizi servono:
-Un linguaggio comune che permetta agli utenti di individuare, richiedere e ottenere i servizi;
-Regole chiare e persistenti tra il fornitore di servizi e gli utenti, regole che devono essere comprensibili alla componente umana e gestibili dalla componente informatica;
-Un canale di comunicazione sicuro, semplice, ad alta prestazione, su cui possano avvenire la comunicazione con gli utenti. Quest'ultimo elemento dell'architettura SOA agisce come layer middleware di astrazione all'interno dei sistemi informativi e rende disponibili i servizi tra i vari sistemi e le nuove applicazioni.
La prima azione da compiere quindi è l'integrazione dei processi end to end, l'unificazione della base dati e il consolidamento delle risorse ITC esistenti: all'interno di questo quadro di riferimento verranno di volta in volta attivati i singoli servizi, a seconda delle priorità in termini di efficienza e di innovazione esistenti nelle singole fasi di gestione dei dati. Ognuna delle fasi a cui è sottoposto il Bene Culturale, richiede l'accesso al dato relativo al bene stesso. Questo può essere lo studio storico ma anche lo stato di conservazione piuttosto che gli interventi conservativi o la semplice fruizione per la valorizzazione remota. Considerando la diversità di intervento richiesto, l'accesso oltre a garantirne il flusso in entrata del dato, deve garantirne anche l'analisi con applicazioni dedicate tramite interfacce Web standardizzate. La conservazione del dato dovrà essere garantita in termini di sicurezza sia per la transazione con sistemi di autenticazione centralizzata che con sistemi di backup automatici.

OR2: Metodologie e tecnologie integrate per la Diagnosi

In un progetto di intervento la fase di diagnosi ricopre un ruolo sempre più cruciale. L'obiettivo della fase di diagnosi è proprio quello di circoscrivere nel tempo e nello spazio un determinato fenomeno di degrado, di misurarlo al fine di individuare le azioni giuste in fase di recupero. Il progetto è centrato sulle ultime frontiere della diagnostica, ovvero tutti gli approcci che vedono coesistere l'analisi della materia integrata con tecniche innovative e non distruttive come quelle basate su imaging. Un punto cruciale è proprio l'integrazione di una molteplicità di dati diagnosti, al fine di estrarre informazioni utili alla creazione una mappa del rischio, sia a livello del singolo oggetto di studio che in maniera aggregata su scala territoriale, regionale, nazione e transnazionale. Tale mappa diventa informazione fondamentale in input ad un processo decisionale che miri alla destinazione di risorse economiche in modo sempre più efficace e consapevole.
L'obiettivo specifico e strategico è la realizzazione di strumenti portatili e non per la diagnostica delle opere d'arte fondamentalmente non manipolativa, non invasiva, non distruttiva al fine di migliorare la loro conoscenza materica e soprattutto la loro conservazione.
Ciò può realizzarsi in maniera più efficace attraverso lo sviluppo di metodologie-tecnologie integrate che consentano di acquisire una visione globale dello stato materico di un'opera.
Insieme con metodologie e tecnologie già in uso, vengono messi a punto strumenti diagnostici già presenti sul mercato ma non impiegati – o solo parzialmente – nelle diverse e complesse problematiche di carattere tecnico-materico-conservativo del settore dei beni culturali. Sono oggetto di esame e di applicazione beni collocati in ambienti sia esterni sia confinati, intervenendo situazioni e condizioni ambientali diverse e, quindi, interazioni altrettanto diverse fra agenti, fattori ambientali e manufatti. Ci si riferisce a manufatti di diversa tipologia chimico-merceologica e in particolare a reperti etnici, fondamentalmente di materiale ligneo, per i quali la sperimentazione relativa alla composizione, provenienza e valutazione dello stato di conservazione e originalità è praticamente inesistente.
Le tecnologie proposte nell'OR sono diverse ed in ogni caso riconducibili ad indagini: chimico/fisiche, ottiche, software.

N OR	Titolo OR	Attività	Titolo	RI/SS	Partner Responsabile	Partner coinvolti	Risultato Attività	localizzazione
OR2	**Metodologie e tecnologie integrate per la Diagnosi**	A 2.1	Studio dei criteri di integrazione per le problematiche di diagnostica secondo il modello unificato	RI	CETMA	TERIN, C&I	Report	Brindisi
		A 2.2	Nuove tecnologie SW per la fusione di dati ottenuti da strumenti di diagnosi per immagini (termografia, Xray, Fluorescenza UV, Infrared I-II, misure multispettrali, etc..)	RI	CETMA	INO-CNR	report/framework	Brindisi, Lecce
		A 2.3	Analisi dei pigmenti di superfici dipinte tramite clustering di dati multispettrali	RI	CNR - INO		report/framework	Lecce
		A 2.4	Un sistema innovativo per la metrologia fine: diagnostica sulla morfologia su larga scala mediante radar ottico a colori	RI	ENEA (FR)		report/moduli	Brindisi, Frascati
		A 2.5	Un sistema innovativo per la metrologia subacquea: diagnostica sulla morfologia di piccola e media scala mediante radar ottico	RI	ENEA (FR)	AGEOTEC	report/moduli	Brindisi, Frascati, Trapani
		A 2.6	Microscopio portatile per misure di fluorescenza UV multispettrale	RI	CNR - INO + ISTM		report/moduli	Lecce, Perugia
		A 2.7	Un sistema integrato per l'analisi della composizione isotopica di matrici organiche complesse	RI	UNISAL		report/moduli	Lecce, Brindisi
		A 2.8	Un sistema innovativo per la diagnostica analitica microdistruttiva dei Beni culturali	RI	DIPIETRO G.		report/moduli	Catania
		A 2.9	Un sistema per analisi multitecnica per la diagnostica non distruttiva dei beni culturali	RI	UNISAL		report/moduli	Lecce, Brindisi
		A 2.10	Metodologie innovativo-sperimentali per la valutazione dell'alterazione-degradazione dei beni culturali	RI	UNIPA	Unical	report	Palermo, Cosenza
		A 2.11	Tecnologie diagnostiche per l'attribuzione e l'autenticazione delle opere d'arte	RI	UNIPA	Unical	report/moduli	Palermo, Cosenza
		A 2.12	tecnologie SW per la misura e l'evidenza del rischio al fine di definire le priorità di intervento	RI	TERIN	Unical	report/framework	Brindisi,Cosenza
		A 2.13	Caratterizzazione strutturale di materiali cristallini di interesse storico-artistico e archeologico mediante diffrazione X	RI	CNR - IC		report	Bari

Att.2.1 Studio dei criteri di integrazione per le problematiche di diagnostica secondo il modello unificato

Poiché le attività successive in linea di massima propongono nuove tecnologie e strumenti innovativi per la fase di diagnostica, si pone il problema della modalità con cui uno strumento acquisisce dati e produce dati secondo il modello unificato individuato nell'Obiettivo realizzativo 1.
Se si definisse una interfaccia unica il processo di archiviazione sarebbe reso agile al punto da ottenere formati di dati in uscita ai dispositivi direttamente interoperabili. Più precisamente in questa attività ci si propone di verticalizzare i design pattern del modello unificato al dominio della diagnostica. Per riuscire nell'intento l'attività dovrà prima di tutto affrontare il problema di individuare una metodologia per la verticalizzazione. Una volta individuata, questa può essere applicata alla diagnostica, come anche a qualsiasi altra fase del processo di gestione del bene culturale.
A valle della definizione del metodo di verticalizzazione del modello, si procederà alla stesura dei costrutti relazionali specifici ed alla definizione dei meccanismi di produzione dei dati. Tali meccanismi opportunamente documentati saranno distribuiti a tutti i partner tecnologici del progetto al fine di dare la possibilità di generare dati, con le tecnologie proposte, aderenti al modello. In definitiva si tenta di intraprendere un passo verso l'integrazione di dati informazioni e tecnologie.

Att.2.2 Nuove tecnologie SW per la fusione di dati ottenuti da strumenti di diagnosi per immagini (termografia, Xray, Fluorescenza UV, Infrared I-II, misure multispettrali, etc..)

In questa attività si procederà principalmente a:

- Identificare nuove tecniche di ispezione NDE (Non-Destructive Evaluation) all'avanguardia idonee all'utilizzo nelle applicazioni relative alla conservazione dei beni culturali
- Perfezionare i metodi di registrazione dei dati grezzi
- Sviluppo di algoritmi di elaborazione numerica da applicare, prima di eseguire il "data fusion", ai dati provenienti dalle scansioni 3D
- Analizzare i più innovativi e performanti algoritmi allo stato dell'arte atti ad eseguire la fusione dei dati raccolti per mezzo delle suddette tecniche di ispezione e valutare la possibilità di idearne di nuovi.
- Implementare gli algoritmi individuati in applicazioni software

L'analisi approfondita delle tecniche di ispezione NDE più recenti, diverse delle quali sono già state evidenziate nella sezione "Problematiche di R&S", mira a valutare nuovi possibili benefici e progressi nello specifico ambito della conservazione dei beni culturali. La scelta dei metodi NDE è fortemente "applicazione - dipendente" per cui l'utente dovrebbe chiarire l'obiettivo della particolare applicazione e individuare quali metodi NDE meglio soddisfano i requisiti e le esigenze. Si verificherà la possibilità di utilizzare tecniche storicamente impiegate in altre applicazioni industriali, anche per la diagnosi e la pianificazione del recupero di beni culturali.
Per esempio nel caso di reperti metallici sarà studiata la combinazione di tecniche Ultrasonic testing (UT) e tecniche Eddy current testing (ET). Infatti, il sensore ad ultrasuoni produce una misura ad alta risoluzione e fornisce poche informazioni circa la profondità di sottili crepe mentre, le immagini ET hanno un SNR relativamente alto e contengono informazioni più approfondite su eventuali crepe ma sono a bassa risoluzione.
Saranno perfezionati i metodi di registrazione grezza basati sul matching di punti tra parti differenti. Questi metodi cercano punti di interesse e utilizzano un punto chiave che codifica la geometria della superficie locale per trovare punti corrispondenti. Le descrizioni locali possono fallire o essere molto inefficiente quando le superfici contengono simmetrie locali. Saranno sviluppate delle tecniche complementari a quelle standard per ovviare a questa limitazione
Saranno sviluppati degli algoritmi di digital processing che elaboreranno i dati numerici raccolti dai sistemi di scansione 3-D sottoforma di nuvole di punti. A seconda dei contesti e delle strumentazioni adoperate per eseguire le scansioni, le nuvole di punti risultanti possono essere più o

meno dense e accurate e presentare o meno zone mancanti (holes). Questi algoritmi permetteranno di eseguire sovracampionamenti, operazioni di Hole-filling ed estrarre informazioni di vario tipo.
In seguito all'individuazione di nuove tecniche NDE utilizzabili per la preservazione di beni culturali saranno analizzati gli algoritmi più all'avanguardia per eseguirne il data fusion, molti dei quali sono stati citati nello studio dello stato dell'arte. Vista la volontà di individuare combinazioni anche del tutto inedite di diverse tecniche di investigazione NDE, si valuterà la possibilità di ideare anche nuovi algoritmi di fusione dati per ridurre al massimo l'incertezza e migliorare l'affidabilità e le prestazioni complessive di test.
Lo studio degli algoritmi sarà rivolto non solo alle nuove tecniche individuate ma anche all'ottimizzazione di combinazioni già ampiamente diffuse come la fusione di dati provenienti da scansioni 3-D e fotogrammetria. Tramite una procedura sistematica si mirerà a migliorare l'accuratezza metrica del modello 3-D.
Si valuterà la generazione di componenti cromatiche associate all'acquisizione 3-D misurando la riflessione della luce laser bianca o attraverso l'integrazione di una serie di immagini digitali scattate in diverse condizioni di illuminazione.
Inoltre si metterà a punto un metodo per aggiungere colore al modello geometrico per dare un effetto di foto-realistica creando una corrispondenza dati tra una superficie triangolata e immagini digitali.
Gli algoritmi ottimizzati o ideati saranno infine implementati in applicazioni software stand – alone.

Att.2.3 Analisi dei pigmenti di superfici dipinte tramite clustering di dati multi spettrali

Studio di nuovi processi di analisi di dati spettrali e multi-spettrali, puntuali e ad immagine, e realizzazione di algoritmi per il supporto all'indagine conservativa. In particolare, si studierà l'impiego di particolari descrittori numerici per la rappresentazione del dato multi-spettrale/spaziale e di classificatori neurali non supervisionati ed auto-organizzanti per una caratterizzazione e localizzazione automatica, sulla superficie del dipinto, dei diversi materiali pittorici quali vernici, leganti, pigmenti. Verranno condotte due indagini: puntuale e spaziale. Quella puntuale è riferita all'analisi multi-banda del singolo pigmento. Quella spaziale invece introduce caratterizzazioni locali di pigmenti estraendo informazione di apparenza quale colore, tessitura ecc. Le componenti vettoriali estratte saranno quindi fornite in input ad un sistema neurale non-supervisionato da cui ne scaturirà l'emersione di cluster dominanti utili alla fase di segmentazione del piano 2D rappresentante il dipinto.
La parte sperimentale sarà condotta utilizzando immagini multi-banda fornite dallo scanner INO sviluppato sul progetto SIDART. Per il training della rete si utilizzeranno misure eseguite prima su campioni di colore e poi su dipinti reali, presso musei e gallerie nazionali, ed in particolare presso l'Opificio delle Pietre Dure.
Le conoscenze in possesso di INO fanno riferimento alle tecniche di elaborazione di segnali ed immagini di dati mono e bidimensionali nei domini spaziali e frequenziali. Inoltre, competenze documentate di pattern recognition permetteranno di sviluppare e raggiungere gli obbiettivi previsti dall'attività. L'unica componente che sarà oggetto di acquisizione è l'ambiente di sviluppo software su cui implementare e testare gli algoritmi di segmentazione.

Att.2.4 Un sistema innovativo per la metrologia fine: diagnostica sulla morfologia su larga scala mediante radar ottico a colori

Lo scopo dell'attività inerente a ITACA è quello di sviluppare un prototipo avanzatissimo di radar topologico a colori, in grado di fornire immagini tridimensionali a colori R,G, B della scena osservata, mantenendo la stessa accuratezza dei radar a modulazione AM-PM in bianco e nero.
E' da notare che un simile dispositivo supera di colpo tutte le difficoltà di ottenere le immagini colorate mediante sovrapposizione di layers contenenti dati dei colori, all' immagine in bianco e

nero fornita da un radar topologico (o di qualunque dispositivo generatore di una nuvola di punti) . Si superano più in generale le forti limitazioni caratteristiche di tutte le tecniche che coinvolgono le correzioni delle distorsioni delle immagini (ortorettificazioni o raddrizzamento differenziale mediante apposito software dei fotogrammi digitalizzati), che sono sempre a monte di tutte le operazioni di sovrapposizione e ortonormalizzazione di immagini ottenute con dispositivi ottici diversi.

Il radar ottico a colori esplora infatti ogni elemento della scena con tre fasci laser coerenti operanti in modo monostatico a diverse lunghezze d' onda (fasci R,G,B), fornendone la riflettività, la risoluzione laterale, lo spessore, le coordinate e la profondità del colore.

Questa associazione "nativa" del colore a ciascun pixel rende possibile una accurata indagine sui colori della superficie e la misura del degrado della qualità del colore della superficie dei reperti. Questa ultima proprietà è destinata a fornire un' impulso molto importane nel settore della manutenzione e restauro dei beni culturali.

I fasci R,G,B sono, nel dispositivo proposto, indipendenti e così la cromia e la intensità della radiazione del radar può essere modificata con una profondità di colore elevata (es. 16 bit per canale).

Il dispositivo proposto, consiste dunque in un radar monostatico dotato di un sistema automatico di focheggiamento e progettato per la generazione di immagini tridimensionali a colori ispezionabili (radar topologico).

Il suo impiego nella fase iniziale è previsto per applicazioni nel campo delle belle arti, come strumento di monitoraggio di affreschi, dipinti , metrologia su statue di notevoli dimensioni ; il radar deve fornire inoltre misure di dettagli tridimensionali con risoluzioni submillimetriche ad alcune decine di metri. L' ambiente operativo previsto tipico per il radar progettato in questo lavoro è di grandi dimensioni (ad es. l' interno di una chiesa). Lo schema di principio è inoltre scalabile a misure ad altissima risoluzione (es 200 microns a dieci metri) ed impieghi che vanno dalla prototipazione rapida agli allestimenti di musei virtuali per scopo didattico e ricerca scientifica e alla raccolta di mappe tridimensionali per un catasto dei beni culturali nazionali.

Nei Laboratori dell' ENEA in Frascati sono stati sviluppati negli ultimi anni alcuni prototipi di radar ottici a modulazione di ampiezza e fase con camera a scansione a specchi e layout ottico monostatico in vista del loro impiego come sensori di visione e metrologia ad alta definizione nell' interno di vessels di macchine fusionistiche. Le qualità delle immagini ottenute e le notevoli accuratezze raggiunte da questi dispositivi nella metrologia tridimensionale hanno portato, negli ultimi tempi, ad approfondire , anche teoricamente, le possibilità di applicazioni in altri campi di ricerca avanzata. in questa proposta vengono descritte possibili applicazioni di imaging e metrologia nei campi seguenti:

- ispezione, misura e creazione di basi di dati per formazione di archivi di immagini destinati agli studiosi e finalizzati al supporto al restauro di beni culturali;

- installazione di musei virtuali (creazione di immagini ad alta definizione , tridimensionali ed esplorabili), e reali (tramite la prototipazione rapida dei reperti a disposizione).

I radar ottici sviluppati sono fino ad oggi stati usati in riprese di immagini tridimensionali ad altissima risoluzione e sono, allo stato attuale, in grado di fornire dati sulla struttura di reperti, monumenti, dipinti murali., con accuratezze di 10^{-4}, in grado quindi di fornire ai restauratori i dettagli del degrado in atto su superfici di manufatti e beni artistici anche alla distanza di molti metri dall' operatore.

Att.2.5 Un sistema innovativo per la metrologia subacquea: diagnostica sulla morfologia di piccola e media scala mediante radar ottico

In questa attività si affronta il il problema della propagazione di un fascio laser in un mezzo marino. La soluzione di diverse problematiche di R&S ci consentirà di sviluppare un sistema prototipale (vedi OR6) per reverse engineering in acqua,
Il mezzo di propagazione considerato e adottato nei calcoli di progetto è acqua di mare pura in cui l' assorbimento è previsto avvenire mediante interazioni fotone molecola con cessione di fononi e riequilibrio termico senza transizioni ottiche.
In questo mezzo è in sospensione un articolato solido , rappresentato da piccole sfere (destinato a rappresentare varie scorie marine, come sabbia, frammenti vegetali ecc. Questo particolato , investito dal campo ottico del laser genera un assorbimento di fotoni a uno scattering (qui supposto elastico), di fotoni nello spazio che circonda la particella diffondente (scatterer).
La radiazione del fascio che raggiunge il bersaglio viene in parte assorbita ed in parte retrodiffusa nel semispazio sorgente: la frazione di questa potenza ottica che incide sul rivelatore costituisce il segnale utile per le determinazione della distanza (range) e della riflettività dell' elemento di bersaglio colpito.
Una frazione della potenza ottica backscattered verso il ricevitore (stray light) durante la propagazione viene raccolta dal ricevitore insieme al segnale e disturba la ricezione dell' informazione.
Il problema che affrontiamo è quello di vedere quando un oggetto è ancora visibile, cioè per quale valore della distanza diviene indistinguibile ed immerso nella stray light . Verranno usati modelli descrittivo dell' ambiente reale marino che ci permetta di stabilire la " visibilità" di un oggetto posto nel campo di vista in funzione della distanza in varie condizioni di purezza del mezzo di propagazione.
Il sistema di cui si propone la realizzazione nell'ambito di questo progetto prevede il trasporto su veicoli marini tipo AUV (vedi att 4.4) o comunque veicoli da calare nell' ambiente marino mediante argani collocati a bordo di navi appoggio. Il dispositivo completo deve quindi avere un peso ridotto, non superiore ad esempio, a qualche decina di chili. Con queste limitazioni si devono escludere camere a scansione fornite di specchi motorizzati o lenti di notevoli dimensioni. Un sistema miniaturizzato deve prevedere una configurazione monostatica o leggermente bistatica , in cui l' asse ottico del ricevitore e del trasmettitore devono essere coincidenti oppure paralleli ed affiancati a distanze molto piccole. In questo progetto si prevede di effettuare la scansione della scena con attuatori piezoelettrici che pilotano la lente del trasmettitore con un segnale analogico a bassa tensione. Il segnale ottico raccolto dal ricevitore deve essere convogliato poi all' elettronica di acquisizione che costituisce un notevole parametro di novità in quanto dovendosi collocare in ambiente subacqueo nelle vicinanze della testa ottica di scansione, deve interamente essere progettato ad hoc con caratteristiche di banda passante e capacità di archiviazione compatibili con le rangemap generate da radar ottici modulati. Una tale elettronica non esiste e va interamente ideata sulla base di un massiccio uso di fibre ottiche ed elementi programmabili in firmware.

Att.2.6 Microscopio portatile per misure di fluorescenza UV multi spettrale

L'attività di studio qui descritta è finalizzata allo sviluppo di sistemi portatili per microscopia di fluorescenza e luminescenza multispettrale. Essa serve per rivelare e localizzare la presenza di materiale organico originale (vernici, leganti, coloranti) o di restauro (ridipinture, protettivi o residui di precedenti interventi). Infatti i materiali materiali organici sono caratterizzati da elevate rese di fluorescenza e da spettri di emissione caratteristici. Leganti o vernici di diversa natura, anche se trasparenti o con la stessa apparenza se osservati con luce visibile emettono per fluorescenza radiazione a lunghezza d'onda diversa, ad esempio i materiali utilizzati per le ridipinture risultano più scuri della pittura originale se analizzati in fluorescenza UV-VIS. Anche i coloranti e le lacche possono essere localizzati e discriminati grazie al loro specifico comportamento fotochimico quando irradiati con luce visibile. Inoltre, si conoscono anche alcuni pigmenti inorganici come il

bianco di zinco, il blu egizio e i solfoseleniuri di cadmio che presentano emissioni di fluorescenza caratteristiche per posizione e forma spettrale.
Tradizionalmente, la fluorescenza UV-VIS viene eseguita su superfici estese di opere d'arte con sistemi ad immagine, su aree localizzate con spettrofotometri a fibre ottiche puntuali, oppure al microscopio su sezioni stratigrafiche di campioni prelevati dalle opere. Evitare il campionamento micro-distruttivo è oggi uno dei principali obiettivi della ricerca nel settore. Nel caso della fluorescenza UV-VIS in microscopia, occorre studiare dei sistemi per rendere la tecnica portatile ed applicabile ad oggetti *in situ*, senza comprometterne le potenzialità diagnostiche.
Lo studio si avvarrà delle competenze dell'ISTM sulla fluorescenza UV-VIS di materiali pittorici. Negli ultimi anni ISTM ha studiato la fotofisica e la fotochimica dei materiali pittorici con particolare riferimento a coloranti, lacche, pigmenti e leganti. Si conoscono quindi con estrema puntualità i fattori chimici (interazioni con il micro-ambiente, invecchiamento, etc.) e fisici (fenomeni di auto assorbimento e filtro interno) che influiscono sulla emissione di fluorescenza di fluorofori presenti in superfici policrome di vario tipo (dipinti murali, su tela e tavola, manoscritti, tessuti). I parametri sperimentali della metodologia, funzionali all'ottimizzazione delle specifiche tecniche della strumentazione che sarà realizzata, verranno studiati e dimensionati in riferimento al know-how ed al data-base spettrale in possesso di ISTM. ISTM si occuperà del validazione della strumentazione con particolare riferimento alla parte spettrale e alla interpretazione del dato acquisito.

Att.2.7 Un sistema integrato per l'analisi della composizione isotopica di matrici organiche complesse

Lo sviluppo e l'applicazione di avanzate tecniche di analisi e di diagnostica basate su metodologie proprie delle scienza naturali, ha ampliato in modo significativo le potenzialità conoscitive della moderna ricerca archeologica. Tra le metodologie il cui contributo è stato di maggior rilievo sono certamente da annoverare le tecniche di analisi isotopica, ed in particolare quelle basate sull'analisi dei rapporti isotopici del carbonio e dell'azoto, principali costituenti della materia organica. Tra le tecniche di analisi isotopica un ruolo di rilievo è da riservare al metodo di datazione con il radiocarbonio che sin dalla sua introduzione (Libby, 1955), ha assunto una funzione ormai indispensabile per l'inquadramento, in scale di cronologia assoluta, di manufatti archeologici, di contesti di scavo e nella ricostruzione di sequenze crono-culturali complesse. In particolare gli sviluppi metodologici connessi all'introduzione della tecnica della spettrometria di massa con acceleratore (*AMS: Accelerator Mass Spectrometry*) hanno portato ad una drastica riduzione delle quantità di campione e dei tempi necessari per le analisi (Clover et alii, 1977). Sistemi AMS di ultima generazione consentono di ottenere livelli di precisione di 30/40 anni sulla datazione radiocarbonica su campioni di massa pari a 0.5-1 mg (Calcagnile et alii, 2005), rendendo possibile l'analisi di singole componenti molecolari di strutture biologiche complesse (Loy et alii, 1990; Kirner et alii, 1997, Stafford et alii 1991), ovvero di residui organici da manufatti archeologici (Stott et alii, 2003). Al tempo stesso la misura dei rapporti tra gli isotopi stabili del carbonio (^{12}C e ^{13}C) e dell'azoto (^{14}N e ^{15}N) mediante tecniche di IRMS (*Isotope Ratio Mass Spectrometry*) in campioni organici consente di ottenere informazioni utili allo studio delle popolazioni antiche e delle complesse dinamiche che sottendono all' interazione tra l'uomo e l'ambiente. Ad esempio l'analisi dei rapporti isotopici del carbonio e dell'azoto permette, nel collagene osseo la ricostruzione dei regimi alimentari di popolazioni del passato (Ambrose, 1991; Tykot, 2004; Iacumin et alii, 2004; De Niro, 1987; Schwarcz e Schoeninger, 1991; Chisholm et alii, 1982) e nei macrofossili vegetali la stima di parametri climatici quali la temperatura, l'umidità e la disponibilità d'acqua (Fiorentino et alii, 2008; Hall et alii, 2008; Stuiver e Braziunas, 1987; Farquar et alii, 1989; McCarrol e Loearder, 2004).

Nel presente progetto si prevede la realizzazione di un prototipo innovativo che consenta la rivelazione simultanea sia dei rapporti isotopici tra gli isotopi stabili del carbonio (^{12}C e ^{13}C) e dell'azoto (^{14}N e ^{15}N) che la concentrazione dell'isotopo radioattivo del carbonio ^{14}C su anidride carbonica gassosa estratta da campioni di origine organica.

Att.2.8 Un sistema innovativo per la diagnostica analitica microdistruttiva dei Beni culturali

L'innovativo sistema di analisi chimica che si intende realizzare in questa attività è finalizzato ad offrire un nuovo strumento di analisi delle componenti organiche di Beni Culturali a fini diagnostici.

L'innovativo sistema che verrà realizzato, in particolare, consentirà di effettuare delle analisi chimiche dirette (cioè operando in situ e senza dover procedere al prelievo di campioni dall'oggetto analizzato) di Beni Culturali mediante spettrometria di massa a desorbimento laser (LDI-MS). Il sistema sarà basato su un analizzatore di massa trasportabile e potrà utilizzare sorgenti laser nel visibile o nell'infrarosso. Il sistema portatile di spettrometria di massa potrà consentire un'analisi spazialmente controllata delle componenti organiche dei Beni culturali senza richiedere alcun campionamento e sarà in grado di analizzare regioni dell'oggetto aventi diametri dell'ordine delle centinaia di microns. Verranno anche studiate le potenzialità del nuovo sistema realizzato quando utilizzato in combinazione all'uso di matrici che assistano il desorbimento laser di specie ioniche.

In tal senso, una parte dell'attività sarà mirata a valutare l'impatto dell'uso di una serie di matrici sulla integrità di una varietà di differenti tipologie di matrici d'oggetti d'arte. Verranno valutate le caratteristiche del sistema di analisi di spettrometria di massa a desorbimento laser quando utilizzato in combinazione con matrici (MALDI) ed in assenza di matrice al fine di definire meglio gli ambiti applicativi dell'innovativo approccio d'analisi. Verranno confrontate le caratteristiche del suddetto sistemi di ionizzazione con quelle di altri sistemi di ionizzazione a pressione atmosferica alternativi al desorbimento laser. Verranno valutate le caratteristiche di rivelazione del sistema e, tra queste, l'intervallo di massa analizzabile e la sensibilità. Verrà anche realizzato un sistema microscopico di posizionamento del sistema d'analisi e verrà investigata la possibilità di ricavare immagini di distribuzione spaziale delle entità analitiche identificate. Verranno infine paragonate che capacità analitiche del nuovo sistema LDI-MS con quelle di sistemi di microscopia Raman, tentando di integrare le due tecnologie analitiche al fine di ampliare le potenzialità analitiche del sistema trasportabile di analisi diretta di componenti organiche di Beni culturali.

Att.2.9 Un sistema per analisi multitecnica per la diagnostica non distruttiva dei beni culturali

Numerose sono le tecniche di caratterizzazione chimico-fisica che trovano applicazione nel campo della diagnostica non distruttiva di materiali di interesse nel campo dei beni culturali. Tra queste tecniche, quelle più diffusamente utilizzate, soprattutto grazie alla non loro distruttività, sono certamente la fluorescenza da raggi X (X-Ray Fluorescence), la tecnica PIXE (Particle Induced X-Ray Emission) e la spettroscopia Raman (Szökefalvi-Nagy et alii, 2004; Nathan Craig et alii, 2007; S. Bichlmeier et alii, 2002; Pella et alii, 1997; Butalag et alii, 2005, Butalag et alii 2008). Tali tecniche hanno potenzialità e caratteristiche applicative significativamente differenti le une dalla altre in termini di risoluzione spaziale, sensibilità analitica, possibilità di ottenere informazioni sul legame chimico e portabilità della strumentazione (Carmona et alii, 2010).

Le tecniche PIXE e XRF sono entrambe tecniche di analisi composizionale basate sulla rivelazione della radiazione X caratteristica emessa da un materiale quando questo è sottoposto all'irraggiamento con raggi X (tecnica XRF) o con particelle cariche di alta energia (tecnica PIXE). Entrambe queste tecniche consentono, quindi, la determinazione quantitativa degli elementi presenti nel campione. Le due tecniche hanno caratteristiche complementari in termini di sensibilità per i diversi elementi, in conseguenza della diversa dipendenza delle sezioni d'urto di ionizzazione dal numero atomico dell'elemento rivelato (Malmqvist, 1986). Tale dipendenza risulta, infatti, decrescente in funzione del numero atomico per la tecnica PIXE e crescente per la tecnica XRF (Pappalardo et alii, 2004). In conseguenza di ciò la tecnica PIXE risulta particolarmente adatta per

la rivelazione di elementi leggeri mentre la tecnica XRF per quelli pesanti. L'applicazione simultanea di queste due tecniche consente, pertanto, di ottenere elevate sensibilità per un ampio range di elementi. Nonostante ciò, tuttavia, l'applicazione combinata di queste due tecniche risulta limitata, in genere, a set-up di laboratorio poiché la tecnica PIXE richiede l'utilizzo di acceleratori di particelle per la produzione e l'accelerazione dei fasci sonda di particelle ad energie dell'ordine del MeV da utilizzare come sonda di eccitazione. Nel presente progetto si propone la realizzazione di un sistema in cui il fascio sonda di particelle di alta energia necessari per le misure PIXE è generato tramite una sorgente radioattiva di particelle alfa, mentre il fascio di raggi X per le misure XRF viene prodotto tramite un sistema compatto di generazione, in modo tale che i due sistemi siano integrabili in una strumentazione portatile.
Sebbene, tuttavia, l'approccio integrato XRF-PIXE consenta di estendere le potenzialità analitiche delle due tecniche in rapporto alla sensibilità strumentale, rimane tuttavia il limite intrinseco dei due metodi di non fornire informazioni dirette circa il legame chimico dei composti presenti nel campione. Nel presente progetto si propone di superare tale limitazione integrando, nello stesso strumento, un sistema per analisi Raman che consentono, invece, di ottenere informazioni sui legami chimici, le fasi e la struttura cristallina del materiale in esame (Smith, 2004; Calligaro et alii 2002).
L'integrazione delle tre tecniche (PIXE, XRF e RAMAN) consentirà, pertanto, la progettazione e realizzazione di un prototipo di strumentazione in grado di fornire, in situ, informazioni composizionali complete sulla composizione elementare e sui composti chimici presenti nel campione in esame.

Att.2.10 Metodi innovativo-sperimentali per la Valutazione del sistema: bene culturale-ambiente-biota

L'applicazione delle tecnologie sia in uso sia di carattere innovativo (videomicroscopia ad analisi d'immagine, colorimetria spettrofotometrica, spettroscopia in IR a trasformata di Fourier) riguarderanno:

A) la caratterizzazione di base dei materiali costituenti i beni culturali e la caratterizzazione dettagliata finalizzata ad individuare eventuali stratificazioni e a valutare i rapporti tra le parti aggiunte;
B) la valutazione dello stato di conservazione dei materiali costituenti i beni culturali e valutazione delle interazioni tra le patologie presenti;

b) la qualificazione e quantificazione dell'alterazione-degradazione del bene nel corso del tempo;
c) la datazione dei reperti lignei mediante spettroscopia in IR a trasformata di Fourier la cui messa a punto risulta particolarmente interessante nel confronto con le ben note tecniche del C14 e della dendrocronologia in collaborazione con l'Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree del CNR (Trento).
I risultati evidenzieranno, corrispondentemente alle situazioni e condizioni diverse, i vari trend relativi alle interazioni manufatto-ambiente, dando, nel confronto e nella integrazione delle varie tecnologie diagnostiche, una conferma dell'affidabilità delle strumentazioni e, ad un tempo, una risposta sicura e univoca alla specifica problematica.

Att.2.11 Tecnologie diagnostiche per l'attribuzione e l'autenticazione delle opere d'arte

L'attribuzione di un'opera d'arte è un'operazione alquanto complessa ed è molto facile essere tratti in inganno: essa richiede, quindi, uno studio approfondito dell'opera in questione.
La difficoltà deriva anche dal fatto che tra l'opera originale e il falso esistono quasi sempre un gran numero di categorie intermedie, come le copie e le repliche. Le repliche, nonostante siano state eseguite dalla stessa mano, presentano piccole differenze, a volte difficili da riconoscere:tali opere vanno pertanto studiate a lungo e con perizia. Le copie, comunque, risultano meglio individuabili ad un occhio esperto. Ma, in diversi casi, opere originali e repliche sono state considerate in passato

copie: ciò è dipeso anche dal cattivo stato di conservazione (ridipinture, sporco, vernici ingiallite) delle suddette opere, la qual cosa ha contribuito alla non corretta identificazione.
Spesso per distinguere una replica o una copia dall'originale, è necessario eseguire riflettografie o radiografie dalle quali si evincono eventuali pentimenti: a tal riguardo, pur senza generalizzare, è possibile affermare che, se un dipinto non ha pentimenti, in linea di massima vuol dire che non è l'originale. L'autenticazione di una opera d'arte, basata sulla valutazione visiva ovvero sull'analisi di elementi stilistici, estetici, iconografici, contribuisce ancor più alla diffusione del mercato dei falsi è diffuso e al corrispondente ritorno economico rilevante. Ci si prefigge l'intento di mettere a punto il percorso metodologico che comprende le seguenti fasi procedurali:
a) Scelta dell'opera d'arte con certificazione di autenticità, di cui stilare una completa e corretta scheda identificativa comprendente notizie ed elementi valutativi di carattere storico (autore, periodo), artistico (stile, iconografia, tecnica esecutiva), morfologico (analisi delle superfici, stratigrafie), ma anche caratteristiche costitutive (caratterizzazione dei materiali) e di valutazione dello stato di conservazione (patologie presenti, livello di degrado): essa rappresenta lo "standard identificativo di riferimento dell'opera". Tali informazioni sono ottenibili attraverso l'utilizzo di metodologie analitiche specifiche che permettono di indagare le componenti matrici del manufatto riuscendo a raggiungere livelli di caratterizzazione di elevato dettaglio, ma anche attraverso l'utilizzo delle tecnologie informatiche direzionate all'acquisizione, elaborazione, memorizzazione dei suddetti componenti materici dell'opera. Questi dati informatici, ottenuti con la collaborazione del CETMA, debbono contribuire confrontando e integrando quelli analitici nel fornire l'ulteriore e affidabile risposta univoca alla autenticità dell'opera in esame.
b) A tal riguardo è opportuno avere a disposizione la stessa opera d'arte in "copia" e/o in "falso" e/o in "riprodotto", allo scopo di applicare le suddette tecnologie diagnostico-analitiche e informatiche e, conseguentemente, ottenere quei risultati identificativi, questa volta dell'opera non autentica.
…) ulteriore contributo può essere fornito dalle indagini relative alla provenienza dei materiali costitutivi: l'analisi dei componenti materici dell'opera d'arte possono infatti fornire informazioni per escludere o confermare dubbi.
Con riferimento ai materiali inorganici, l'accertamento della provenienza avviene attraverso il confronto tra i dati ottenuti analizzando i materiali dell'opera in esame e i dati ottenuti analizzando le caratteristiche costitutive dei materiali campionando i probabili luoghi di prelievo (cave o giacimenti) delle materie prime.
c) Ma se è vero che, nel caso della "copia" e del "falso", la valutazione soggettiva di carattere storico-artistico, completata dalla valutazione oggettiva diagnostico-analitica, forniscono una risposta univoca e certa sulla originalità dell'opera, è pur vero che, nel caso del "riprodotto", non vi è allo stato attuale la possibilità di distinguerlo dall'"originale".
La finalità della presente ricerca è rivolta anche a tale obiettivo: questo può costituire il supporto importante e, per certi versi, indispensabile affinché "etica ed estetica in arte" possano entrambe riconoscere i rispettivi limiti concettuali e applicativi, trovando comunque l'opportuno incontro e la necessaria sintesi.

Att.2.12 Tecnologie SW per la misura e l'evidenza del rischio al fine di definire le priorità di intervento

La ricerca verterà su un'analisi iniziale del dominio applicativo per ricavare i requisiti utili alle tecnologie software per la misura del "Rischio".
Durante la fase di analisi studio e approfondimento si acquisiranno, quali elementi al contorno, le normative ed i vincoli vigenti in materia al fine di rispettarne i presupposti di legge.
Verranno studiati tutti i beni censiti, monitorandone anche lo stato di degrado, analizzati tutti i possibili piani di pronto intervento per evitare che importanti tesori artistici e monumentali vadano perduti o distrutti in caso di fenomeni naturali come terremoti, inondazioni e frane.

Utilizzando l'approccio "Sistemico" e avvalendosi della metodologia di System Dynamics (Dinamica di Sistemi) si effettuerà un'analisi puntuale del processo del "Rischio" nel contesto. Tale analisi si prefigge innanzitutto di comprendere meglio l'influenza di tutte le variabili quantitative e qualitative che, nel tempo, impattano nella diagnosi del degrado, nelle azioni di conservazione, nella cura del trasporto e quindi in generale nella gestione globale dei beni culturali in interazione con l'ambiente e territorio. Verrà costruito e implementato un modello dinamico del processo del "Rischio", utilizzando una adeguata piattaforma di sviluppo software, mettendo in evidenza tutti i parametri/indicatori identificati nella fase di analisi. Il modello, sviluppato e calibrato sulla realtà contestuale, potrà essere utilizzato sia per rappresentare l'evoluzione dello stato del processo in esame senza specifici interventi (stato "as is"), sia per permettere ad effettuare una serie di simulazioni creando scenari alternative (stato "to be") e quindi consentirà di fornire elementi di supporto (p. esempio costi e benefici) nella valutazione e conseguenze delle diverse decisioni di intervento.
Per svolgere le attività sopra descritte e quindi conseguire gli obiettivi prefissati è presente nel gruppo di lavoro una conoscenza approfondita sia di "System Thinking" per effettuare un'analisi "Sistemica" del processo, sia della metodologia System Dynamics (Dinamica di Sistemi) necessaria per la costruzione di modelli dinamici.
Inoltre è patrimonio comune di tutto il gruppo, la vasta esperienza dell'attività di analisi di rischio in diversi contesti.
Si dovrà disporre di (acquistare) una piattaforma software adeguato sia per l'organizzare, elaborare e gestire tutti i dati che dovranno essere acquisti, sia per la costruzione di modelli e quindi per la gestione delle simulazioni.
Per verificare e validare la metodologia System Dynamics (Dinamica di Sistemi) sarà effettuata una comparazione dei risultati con quelli ottenibili utilizzando strumenti adeguati, che possono essere individuati nel paradigma computazionale degli Automi Cellulari. Essi permettono di soffermarsi su livelli di descrizione del fenomeno (sia in termini di grado di astrazione, sia in termini di scala) attraverso la discretizzazione dello spazio/tempo, laddove il sistema evolve sulla base di interazioni locali e dei loro componenti elementari. Gli AC sono un paradigma di calcolo parallelo, appropriato alla modellizzazione e simulazione di sistemi dinamici complessi, la cui evoluzione dipende fondamentalmente da interazioni locali delle parti componenti.

Att.2.13 Caratterizzazione strutturale di materiali cristallini di interesse storico-artistico e archeologico mediante diffrazione X

L'attività di ricerca è finalizzata all'analisi dei materiali che compongono un monumento, un'opera d'arte o un reperto archeologico (bene) mediante diffrazione da raggi X da polveri microcristalline. Il riconoscimento delle fasi cristalline a partire da dati di diffrazione X da miscele polifasiche (analisi qualitativa) e/o la stima delle loro percentuali in peso (analisi quantitativa) sono di fondamentale importanza per la corretta caratterizzazione delle tipologie di degrado, l'ottimizzazione del restauro conservativo e la datazione di un reperto archeologico.
L'attività di ricerca comprende una parte sperimentale e una metodologica.
Relativamente alla parte sperimentale, l'Istituto di Cristallografia (IC) si avvale di due diffrattometri a raggi X per polveri:

1) diffrattometro RIGAKU con generatore ad anodo rotante (12 KW) e rivelatore lineare INEL;
2) diffrattometro Bruker-Nonius con rivelatore puntuale, corredato di dispositivi per film sottili.

Per quanto riguarda l'aspetto metodologico, i ricercatori dell'IC coinvolti nell'attività di ricerca sono co-autori di a) un programma di calcolo per l'analisi qualitativa di dati di diffrazione X da miscele polifasiche (*QUALX*); b) un programma di calcolo per l'analisi quantitativa di dati di diffrazione X

da miscele polifasiche (*Quanto*) e sono utilizzatori anche di programmi per l'analisi qualitativa e quantitativa sviluppati da gruppi di ricerca esterni all'IC.
L'Istituto di Cristallografia del CNR ha il *know-how* necessario per effettuare uno studio qualitativo e quantitativo dei materiali che costituiscono il bene: parte dei suoi ricercatori ha infatti maturato una lunga esperienza nel settore della diffrattometria da raggi X da polveri microcristalline sia per quanto riguarda la raccolta e l'analisi dei dati sperimentali, sia per quanto riguarda lo sviluppo di metodologie cristallografiche implementate in programmi di calcolo e finalizzate alla caratterizzazione strutturale di composti cristallini a partire dai soli dati diffrattometrici sperimentali.
I risultati dell'att. saranno:

- Raccolta dati di diffrazione X da polveri microcristalline
- Elaborazione dei dati di diffrazione X e analisi qualitativa e quantitativa mediante l'uso dei programmi di calcolo sviluppati dall'IC o da altri gruppi di ricerca.

OR3: Metodologie e tecnologie integrate a supporto dei processi di recupero, restauro e consolidamento

Lo sviluppo e la messa a punto di materiali innovativi specificatamente concepiti per le applicazioni di restauro edilizio, lo sviluppo di codici, la definizione di regole e criteri di progettazione e di linee-guida per una corretta messa in opera, rappresentano, congiuntamente, un elemento chiave per l'affermazione dell'innovazione tecnologica nelle tecniche di restauro, con tutti i connessi benefici economici e di qualità. Nel presente progetto è fortemente presente il binomio Conservazione-Innovazione, il cui connubio va interpretato con l'obiettivo di elevare la capacità di resistere e la funzionalità dei manufatti esistenti operando comunque nel significato della salvaguardia del bene storico-architettonico. Requisiti fondamentali delle tecniche da sviluppare, trattandosi di beni culturali, sono la reversibilità e la bassa invasività, senza trascurare requisiti prestazionali legati alla cantierabilità, riciclabilità e sostenibilità economica ed ambientale. A tal proposito, è opportuno evidenziare che lo sviluppo di materiali avanzati quali i compositi fibrorinforzati (FRP) offre una serie di vantaggi che non possono essere trascurati in un paese che, come l'Italia, vanta la presenza di un patrimonio architettonico di alta valenza. Gli FRP, infatti, sono immuni da corrosione elettrochimica, adattabili alle superfici curve (archi, volte) e, soprattutto, rimovibili, per cui garantiscono la reversibilità dell'intervento ed il funzionamento originale della struttura. Tipicamente l'impiego di tali materiali è realmente fattibile se si utilizzano opportune metodologie di impiego che fanno parte integrante della progettazione del materiale stesso. Tali metodologie saranno studiate nel progetto e tradotte in strumenti software di semplice utilizzo per i progettisti e gli applicatori. Una famiglia interessante su cui si lavorerà sono i materiali compositi multifunzionali in cui si possono associare, ad esempio, prestazioni di tipo meccanico e contemporaneamente di tipo sensoristico (misure di deformazioni, temperatura, etc..). Parallelamente, nel progetto saranno studiate e validate delle malte innovative caratterizzate da una migliorata durabilità e compatibilità con i substrati murari, rispetto a quelle attualmente disponibili sul mercato.

Nell'ambito dell'OR3, le principali problematiche da risolvere possono essere sintetizzate come segue:

- necessità di definire e valutare le proprietà meccaniche di materiali di recente utilizzo (basalto e matrici cementizie) e, pertanto, di non ancora ben noto comportamento, in accoppiamento a substrati murari. Si effettueranno, quindi, tutti i test meccanici necessari per la caratterizzazione dei materiali oggetto di studio e della loro adesione ad elementi in muratura;
- necessità di individuare le architetture tessili più adatte in funzione delle specifiche strutturali e delle varie problematiche di tipo applicativo. Per esempio, nel caso di utilizzo di matrici cementizie, più viscose delle matrici polimeriche, si ha la necessità di avere un'architettura tessile in grado di creare un giusto legame tra fibra e matrice. Si studieranno, pertanto, le migliori architetture tessili (strutture, tendenzialmente, più aperte), in grado di garantire un accoppiamento non solo di tipo chimico, ma anche, e soprattutto, di tipo meccanico;
- necessità di sviluppare la tecnologia di produzione e, soprattutto, di applicazione dei tessuti sensorizzati, tenendo conto sia della necessità di adattare la tecnica di tessitura con l'inglobamento di fibre ottiche (molto delicate) che di tutti i fattori che potrebbero influenzarne le proprietà (tensioni di tiro, flessioni ripetute, pressioni di afferraggio delle lance, etc.). Pertanto, si studieranno tutte le problematiche inerenti il processo di tessitura e le eventuali limitazioni tecnologiche dei telai di tessitura;
- scelta della tipologia e della disposizione di sensore più adatte da inserire all'interno del tessuto in fase di tessitura, a seconda delle specifiche progettuali. Si studierà, pertanto, una disposizione *ad hoc* del sensore all'interno del tessuto, in modo da ottimizzare anche la fase di installazione *in situ* (riducendo i tempi di applicazione ed evitando il verificarsi di errori grossolani di posa in opera), tenendo, comunque, sempre in considerazione quelle che sono le esigenze tecnologiche del processo di produzione ed effettuando della valutazioni di tipo

economico (un sensore di tipo distribuito costa molto meno ma è decisamente più oneroso l'*hardware* necessario all'acquisizione dei dati), metrologico (un sensore di tipo distribuito presenta, comunque, una limitata risoluzione spaziale e non consente di cogliere fenomeni dinamici, a differenza di un sensore di tipo puntuale, come l'FBG – *Fiber Bragg Grating*; con quest'ultimo, tuttavia, dovendo predefinire i punti di misura, si può incorrere nel rischio di non riuscire a monitorare alcuni punti inizialmente non critici) e applicativo (un sensore di tipo distribuito semplifica fortemente il processo di inglobamento in una produzione continua, quale quella tessile, in quanto non c'è la necessità di controllare il posizionamento della parte sensibile);

- individuazione di soluzioni per la protezione dei sensori nell'ottica di un intervento reale *in situ*, considerando la fragilità tipica della fibra ottica. Si procederà con lo studio, la sperimentazione e la messa a punto di adeguati metodi e dispositivi per la protezione del sensore nei punti di uscita da collegare, successivamente, al sistema di monitoraggio locale. I punti di estremità, infatti, sono punti di notevole fragilità, che potrebbero comportare la rottura della fibra in fase di installazione del sensore, come pure fastidiosi fenomeni di riflessione della luce che renderebbero difficilmente interpretabili i dati relativi ai parametri monitorati;
- necessità di ottenere malte caratterizzate da elevati valori di permeabilità, duttilità e deformabilità ma al contempo, soprattutto per le malte utilizzate nel recupero della muratura portante, resistenza meccanica e, in generale, resistenza a molteplici attacchi chimici (soprattutto quelli solfatici). Molto poco si è sviluppato il concetto di traspirabilità della malta, dovuta ad un'azione combinata legante – aggregato, dato che gli aggregati disponibili sono solo quelli di origine naturale. Eccezione possono essere considerate le malte confezionate con aggregati leggeri , tipo argille espanse. I problemi riscontrati con questo tipo di applicazione sono dovuti alla grande porosità dell'aggregato che presenta tempi di asciugamento molto lunghi ed induce fenomeni fessurativi da ritiro plastico. A tal proposito, nel corso delle attività sperimentali previste dal Progetto, saranno utilizzati aggregati vetrosi espansi in sostituzione degli aggregati tradizionali. L'aggregato granulato espanso e il legante di miscela con loppa d'alto forno consentono, inoltre, di sviluppare prodotti ad alta sostenibilità ambientale sia in termini di risparmio di risorse del territorio ma anche di riutilizzo di prodotti di scarto e contenimento dei consumi energetici (intonaci e malte alleggerite quindi termici.

D'altra parte ci si prefigge di contribuire alla risoluzione di due problematiche particolarmente dibattute ma comunque sempre attuali rappresentate dall'impiego del laser per la pulitura e dei prodotti per il consolidamento di strutture architettoniche e monumentali: pulitura e consolidamento costituiscono fasi operative importanti nell'ambito dell'intervento di restauro dei manufatti lapidei di interesse storico. Essi, infatti, debbono rispondere ad un tempo non solo a requisiti di "efficacia" e "non pericolosità" per il bene e il biota ma anche, per quanto riguarda i prodotti consolidanti, a caratteristiche di compatibilità con i materiali sui quali sono impiegati, di reversibilità, di durabilità.
Le soluzioni sviluppate saranno quindi validate sul campo mediante l'applicazione su alcuni siti pilota di particolare rilevanza e significatività storico-culturale.

N OR	Titolo OR	Attività	Titolo	RI/SS	Partner Responsabile	Partner coinvolti	Risultato Attività	localizzazione
OR 3	**Metodologie e tecnologie integrate a supporto dei processi di recupero, restauro e consolidamento**	A 3.1	Metodologie e tecnologie per interventi reversibili basati su nuovi materiali	RI	CETMA	CACCAVO	report	Lecce, Brindisi
		A 3.2	Materiali funzionalizzati per il settore dei Beni Culturali	RI	CETMA	CACCAVO	report/moduli	Lecce, Brindisi
		A 3.3	Studio di prodotti consolidanti innovativi	RI	CACCAVO	UNIPA, CETMA, SIPRE	report/moduli	Lecce, Brindisi,Palermo, Napoli
		A 3.4	Studio e definizione delle linee guida metodologiche e sperimentali per l'applicabilità del laser nei processi di pulura	RI	UNIPA	CACCAVO	report	Palermo
		A 3.5	Tecnologie per il monitoraggio di strutture e beni architettonici :	RI	CNR - INO	CACCAVO	report/moduli	Napoli
		A 3.6	Materiali innovativi per supporti in legno, muratura, etc.. Analisi della	RI	UNISAL	CACCAVO	report	Lecce,Napoli
		A 3.7	Miglioramento/adeguamento sismico di elementi strutturali in muratura	RI	UNISAL	CACCAVO	report	Lecce,Napoli
		A 3.8	Studio ed ottimizzazione di protocolli operativi per una camera termo/ultrasonica/chemio/barica per la conservazione ed il restauro dei BB.CC.	RI	C&I		report	Cosenza

Att. 3.1 Metodologie e tecnologie per interventi reversibili basati su nuovi materiali

Nell'ambito di questa attività, si studierà e si caratterizzerà una nuova tipologia di materiale composito realizzato a partire da costituenti di tipo innovativo, come le fibre di basalto, recentemente utilizzate con finalità di rinforzo strutturale cui uniscono il notevole vantaggio di un'ottima resistenza al fuoco, essendo un materiale di origine magmatica.

Pertanto, scopo principale della presente attività è qualificare tale materiale, in accoppiamento sia con matrici polimeriche che cementizie, non essendo ancora ben noto il comportamento fisico – meccanico in esercizio, dato il recente interesse scientifico. A tal proposito, le matrici cementizie sono, potenzialmente, più interessanti poiché in grado di valorizzare la resistenza al fuoco delle fibre di basalto, altrimenti vanificabile dall'uso di matrici organiche che, a temperature medio basse, perdono le loro caratteristiche strutturali, causando il distacco della fibra dalla struttura e rendendo vana la finalità di rinforzo. Le matrici cementizie, al contrario, hanno una resistenza termica simile a quella del supporto in muratura, garantendo, quindi, un ottimo livello di aderenza al sottofondo anche a temperature elevate.

La prima fase dell'attività sarà dedicata alla valutazione del comportamento fisico – meccanico dei materiali compositi innovativi a base di fibre di basalto, al variare della tipologia di matrice, dell'architettura tessile delle fibre (tessuti, griglie, reti, ecc.) e della tipologia di substrato (diversi tipi di muratura), con lo scopo di verificare l'efficienza del legame chimico e meccanico tra tessuto di rinforzo e matrice (in termini di grado di impregnazione e inglobamento delle fibre nella matrice) e come tali parametri varino al variare del tipo di substrato.

Si studierà, quindi, la tecnica applicativa, facendo riferimento, ove possibile, alle schede tecniche dei prodotti, e integrandone le indicazioni con opportuni accorgimenti che emergeranno dalle prove tecnologiche. Si realizzeranno, inoltre, test di invecchiamento accelerato in ambiente alcalino (per studiarne la durabilità in matrici cementizie), in temperatura e in umidità (per simulare le normali condizioni di esercizio) e/o test per valutare la perdita di adesione in presenza di sali solubili provenienti dal substrato. In seguito a questi test, si valuterà, pertanto, la necessità di suggerire l'applicazione di particolari *sizing* o *coating* sulle fibre.

Una volta definita la configurazione ottimale dei materiali oggetto di studio, si eseguiranno prove di caratterizzazione meccanica di elementi strutturali rinforzati con alcune delle soluzioni tecnologiche sviluppate, al fine di validarne l'efficacia nel caso di applicazione a situazioni reali. Le prove saranno finalizzate a valutare le proprietà di adesione normale e tangenziale tra il materiale composito e il substrato e ad analizzarne in modo comparativo le performance meccaniche per le applicazioni come rinforzo strutturale. Si eseguiranno, altresì, prove di caratterizzazione meccanica ad alte temperature, sia sul composito sia su elementi strutturali rinforzati, al fine di caratterizzare il comportamento di tali sistemi in condizioni termiche particolari e al variare della durata dell'evento. Infine, si redigerà un manuale di istruzioni in cui si evidenzieranno le possibili problematiche operative e i relativi accorgimenti per una corretta installazione in situ.

Il Consorzio CETMA, Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e delle Strutture, ha maturato importanti esperienze nel campo dei materiali compositi per impieghi strutturali. Queste esperienze sono state focalizzate su compositi a matrice polimerica e fibre di vetro e carbonio, di cui si sono affrontati sia aspetti tecnologici (modalità applicative, problematiche di cura delle matrici) che strutturali (progettazione degli interventi, controllo di qualità degli stessi). Recentemente, il Cetma ha effettuato alcuni studi preliminari sull'utilizzo di fibre di basalto e matrici cementizie per applicazione nel settore civile. In particolare, si sono effettuati test di durabilità delle fibre di basalto in ambiente alcalino e delle prove di impregnazione di tessuti con matrici cementizie.

Att. 3.2 Materiali funzionalizzati per il settore dei Beni Culturali

Questa attività è finalizzata alla messa a punto di un tessuto funzionalizzato, che permetta contemporaneamente di rinforzare una struttura e di monitorarne lo stato deformativo e termico

durante l'intero ciclo di vita, grazie alla presenza di sensori in fibra ottica inseriti durante la fase di tessitura.
Dopo l'individuazione delle architetture tessili più adeguate, a seconda delle specifiche strutturali e delle varie problematiche di tipo applicativo (ad esempio, le matrici inorganiche necessitano di strutture più aperte per permettere un ingranamento meccanico), si passerà alla scelta del tipo di sensore da inserire all'interno del tessuto, in base al tipo di fenomeno da monitorare (deformazione, temperatura, etc.) alla strategia di monitoraggio da adottare (locale o distribuito), alla disposizione dello stesso all'interno del tessuto, alle problematiche di tipo applicativo (possibile danneggiamento del sensore in fase di laminazione manuale del composito e necessità di sviluppare adeguati dispositivi di protezione della fibra ottica nei punti di uscita del tessuto) e all'esigenza di contenimento dei costi per applicazioni in ambito civile.
Si terrà, altresì, conto delle problematiche inerenti la fase di produzione del tessuto stesso (l'eventualità che, durante la fase di tessitura del tessuto sensorizzato, la fibra ottica possa subire una curvatura, con conseguenti implicazioni negative sulle sue performance di misura), la verifica del corretto funzionamento del sensore in esercizio e la fase di installazione in situ.
Certamente più accattivante, per le applicazioni descritte, appare la possibilità di realizzare un tessuto sensorizzato con una fibra ottica in grado di effettuare un monitoraggio distribuito nello spazio. Bisogna tenere conto che lo sviluppo di un tale sistema, da interrogare con tecniche di *Brillouin Scattering* oppure *Rayleigh Scattering*, richiede la definizione di soluzioni tecnologiche che consentano di preservare la fibra ottica da sollecitazioni termiche/meccaniche non correlate agli stati tensionali/termici di interesse. A tal proposito, nel progetto, si studieranno diverse possibili soluzioni tecnologiche, quali, ad esempio:

1. l'uso di fibra ottica a preservazione di polarizzazione,
2. l'uso di fibra ottica *single mode* con *coating* maggiorato e/o in polimeri speciali,
3. la realizzazione dell'elemento senziente attraverso l'impiego di coppie di fibre (disposte appaiate) con caratteristiche di differente *zero – order – dispersion*,
4. la sperimentazione di tecniche di filatura che prevedano l'inserimento nel tessuto di fibra ottica seguendo linee di trama/ordito appositamente predisposte per la protezione della fibra ottica nel corso delle successive fasi di applicazione,
5. la sperimentazione di tecniche di protezione della fibra ottica basate sull'infilaggio e incollaggio della stessa in tubetto (inglobato nel tessuto in fase di produzione); in funzione della applicazione del sensore il tubetto avrà caratteristiche meccaniche e dimensionali ottimizzate.

Si passerà, quindi, alla definizione dei parametri d'influenza, eventualmente anche tramite prove sperimentali preliminari, da approfondire, poi, nel corso delle attività successive e, eventualmente, da aggiornare in seguito a *feed – back* ottenuti nel corso della sperimentazione.
Una volta progettato il tessuto, si passerà alla caratterizzazione meccanica dello stesso e del composito da esso ottenuto, al fine di verificarne e, eventualmente, quantificarne il degrado di proprietà meccaniche conseguente all'inglobamento del sensore in fibra ottica (o del tubicino di protezione), mediante confronto con provini di controllo senza sensore inglobato.
Saranno effettuate prove morfologiche, tramite osservazioni al microscopio, per valutare l'effettivo buon inglobamento del sensore all'interno del tessuto.
Verranno, inoltre, effettuati test di invecchiamento accelerato (cicli termici, cicli di umidità e/o ambienti chimicamente aggressivi), in modo da valutare, oltre che la riduzione di proprietà meccaniche, anche la possibile diminuzione delle proprietà metrologiche a lungo termine.
Saranno effettuate prove di calibrazione, allo scopo di determinare sperimentalmente la funzione di trasferimento del sensore inglobato nel tessuto, confrontandola con quella del sensore nudo e verificandone la linearità e la ripetibilità. In tutte le misure saranno utilizzati anche estensimetri elettrici di tipo resistivo, in modo da confrontare le misure di deformazione lette dai due sensori.

Una volta caratterizzato il tessuto sensorizzato, si passerà alla realizzazione di opportuni campioni e alla relativa validazione del sistema *smart* sviluppato, tramite test su elementi strutturali in piccola scala su cui sarà applicato il sistema oggetto di studio (test di adesione, meccanici, etc.).
Infine, si redigerà un manuale di istruzioni operative in cui si evidenzieranno le possibili problematiche operative e i relativi accorgimenti per una corretta installazione in situ.
Il Consorzio CETMA, Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e delle Strutture, ha maturato alcune preliminari esperienze nel campo della progettazione e caratterizzazione di tessuti multifunzionali per il rinforzo strutturale e il monitoraggio dello stato deformativo. In particolare, all'interno di alcuni progetti di ricerca, tuttora in corso, sono state definite possibili architetture tessili ed effettuati test preliminari riguardanti la modalità di tessitura di un tessuto tecnico sensorizzato.

Att. 3.3 Studio di prodotti consolidanti innovativi
Obiettivo di questa attività è formulare, sviluppare e caratterizzare una linea di malte tecniche con elevate caratteristiche prestazionali in termini di: bassa conducibilità termica, elevata permeabilità, ottima resistenza al fuoco e una non comune durabilità.
Le malte utilizzate negli interventi di ripristino funzionale degli edifici con valenza storica richiedono una serie di requisiti specifici molto particolari, poiché bisogna raggiungere alti valori prestazionali preservando, al tempo stesso, la durabilità globale dell'intervento in ambienti sottoposti agli attacchi salini provenienti dal substrato di muratura.
La prima parte dello studio comprenderà la caratterizzazione delle materie prime (aggregati, legante e additivi) e la loro ottimizzazione di utilizzo, in funzione delle prestazioni richieste ai relativi prodotti finiti.
In particolare, nelle malte, gli aggregati di origine naturale sono sostituiti in parte o nella totalità con granulati vetrosi espansi di origine industriale, provenienti dal riciclo del vetro. La prima fase della ricerca consisterà nel caratterizzare l'aggregato vetroso e il suo comportamento con matrici di natura idraulica, per valutarne l'idoneità per le finalità previste dal Progetto. Per quanto riguarda il legante, invece, particolare attenzione sarà posta alla finezza da utilizzare per le loppe, che potranno permettere di ridurre al minimo il quantitativo di cemento da utilizzare e, al contempo, esaltare alcune caratteristiche della loppa stessa, quale la velocità di reazione ai fenomeni d'idratazione senza sviluppo di calore.
Infine, le miscele saranno opportunamente corrette con additivi che introdurranno aeranti e viscosizzanti.
Una volta definita la configurazione ottimale dei materiali da utilizzare per il confezionamento delle miscele, si eseguiranno prove di caratterizzazione meccanica sia sui prodotti finiti sia su elementi murari in piccola scala, dove le soluzioni studiate saranno applicate sotto varie forme: intonaci, malte d'allettamento e iniezioni consolidanti al fine di validarne l'efficacia nel caso di applicazione a situazioni reali. Le prove saranno finalizzate a valutare le proprietà di trasmittanza termica, permeabilità e resistenza al fuoco.
Infine, si redigerà un manuale di istruzioni operative in cui si evidenzieranno le possibili problematiche operative e i relativi accorgimenti per una corretta installazione in situ.
Il Consorzio CETMA, nell'ambito del Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e delle Strutture, ha maturato alcune preliminari esperienze nel campo della caratterizzazione di prodotti consolidanti innovativi. In particolare, sono stati effettuati test preliminari riguardanti l'accoppiamento di malte cementizie o miste polimerico – cementizie, con tessuti fibrosi di rinforzo.
La Sipre produce una completa linea di malte per il recupero delle murature lapidee (intonaci, malte da muratura e malte da iniezione) con aggregati tradizionali. Soprattutto per la produzione di intonaci deumidificanti (*Linea Sanamur*) l'azienda è in possesso di un'approfondita casistica per verificare la capacità d'assorbimento dei sali che trasmigrano dalle murature all'interno dell'intonaco stesso. Tali metodologie saranno applicate sui nuovi prodotti.

Att. 3.4 Studio e definizione delle linee guida metodologiche e sperimentali per l'applicabilità del laser nei processi di pulura

Come si evince da quanto espresso, benché le tecniche di LC/LA siano attualmente ben conosciute nell'ambito della conservazione e del restauro ed esista un numero crescente di addetti interessati al loro utilizzo, tuttavia vi e' ancora resistenza ad accettarle come tecniche sicure a causa della presenza di un certo numero di problemi aperti e dell'assenza di criteri generali e normati atti a valutare quantitativamente il risultato complessivo (ossia tenendo conto del punto di vista sia storico/culturale che chimico/fisico) del trattamento. L'esito di un intervento di LC/LA deve essere, quindi, previsto valutandone l'efficacia in riferimento alla qualità dei risultati ottenuti ed anche alla determinazione dei danni arrecati. A tale fine è importante disporre di metodiche di valutazione che si basino sull'utilizzo, attraverso processi metodologici sperimentati e validati, di tecniche strumentali che siano ampiamente conosciute e in uso. Per raggiungere tale scopo ci si propone di effettuare un monitoraggio della soglia di rimozione e un monitoraggio delle alterazioni strutturali, chimiche e chimico-fisiche indotte dall'utilizzo del laser. Con la seguente proposta si intende giungere a produrre dati quantitativi, ma anche significativi e correttamente interpretati tanto dagli operatori (tecnici) che dai committenti. La sperimentazione avrà luogo in concomitanza con il prossimo intervento di pulitura (con tecnica LC/LA), coordinato dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio di Ravenna, previsto per la superficie interna del tamburo della cupola del Mausoleo di Teodorico a Ravenna. In particolare, a tale fine, saranno utilizzate tecniche di comprovata ed indiscussa validità: microscopia elettronica a scansione con microanalisi, microscopia a luce polarizzata, diffrattometria di raggi X, fluorescenza di raggi X.

Poiché, come si evince dalla premessa, nel campo dell'applicazione dei consolidanti assume una rilevante importanza la valutazione delle caratteristiche legate alle prestazioni di tali prodotti, in particolare su dipinti murali, si propone di testare il prodotto consolidante su "provini" anziché su materiale originale. Tale scelta è dettata dal desiderio di verificare la possibilità di creare un modello, al quale ricondurre (almeno in linea di principio) considerazioni sugli accorgimenti da tenere per ottimizzare il trattamento consolidante, anche considerando l'aspetto non secondario, dell'inevitabile modificazione ottica che gli strati pittorici subiscono in seguito all'immissione di un prodotto di restauro.

La variabile costituita dalle molteplici forme in cui si manifesta il degrado di un intonaco dipinto costituisce, infatti, la prosecuzione di un discorso diagnostico che comunque deve partire da dati quantificabili su quelle che sono le interazioni fra pigmento e legante (tecnica esecutiva), nonché fra strato pittorico e prodotto consolidante applicato nelle diverse diluizioni.

Le finalità che ci si propone si riconducono, dunque, alla valutazione dell'efficacia, dell'efficienza, delle variazioni colorimetriche introdotte dall'uso di consolidanti a base di silicati di etile su provini realizzati con malta di calce aerea e sabbia e su dipinti con la tecnica ad affresco. La verifica di importanti proprietà, quali: la morfologia della superficie durante la trasformazione del prodotto, la saturazione ed i parametri cromatici intrinseci ed indotti, necessita di indagini diagnostiche non invasive e non distruttive. Ci si riferisce alla spettrofotometria nel visibile e alla videomicroscopia ad analisi di immagine. Tali metodi sono di importanza fondamentale poiché numerose analisi e misure devono ripetersi dinamicamente ad intervalli prestabiliti.

Att. 3.5 Tecnologie per il monitoraggio di strutture e beni architettonici : monitoraggio olografico di deformazioni

L'attività di ricerca e sviluppo riguarderà l'impiego di tecniche olografiche (interferometria olografica digitale) per la diagnostica non distruttiva. In particolare, verranno analizzati tutti gli aspetti critici connessi all' impiego di tali tecniche per effettuare indagini non distruttive di manufatti artistici sia in laboratorio che "sul campo". L'obiettivo è quello di ottenere un sistema

appropriato per diagnostica non distruttiva da impiegare nell'ambito dei beni artistici e culturali. Le possibili applicazioni riguardano la rivelazione di danneggiamenti quali distacchi in tele e/o affreschi, presenza ed estensione di micro-fessurazioni in statue, determinazione delle deformazioni per effetto di variazioni di parametri ambientali. Inoltre il sistema potrebbe trovare utile impiego come strumento diagnostico per la valutazione "ex-post" degli interventi di restauro, o presenza di stress residui indotti da interventi di recupero, etc. Saranno presi in considerazione due tipologie di configurazioni ottiche di tipo olografico. La prima basata sull'impiego di sorgenti laser nello spettro VIS (visibile, con lunghezza d'onda di 0.532μm), mentre la seconda su laser a CO_2 nel lontano IR (infrarosso, con lunghezza d'onda di 10.6μm). Le due configurazioni sono complementari tra loro in quanto ciascuna lunghezza d'onda si adatta ai diversi tipi di materiali di cui sono costituiti i manufatti artistici. In particolare i materiali non metallici richiedono l'impiego di configurazioni VIS., mentre i manufatti metallici (es. statue in bronzo) richiedono l'impiego di configurazioni IR. I metodi olografici su lastra fotografica si sono già dimostrati di notevole utilità in questo settore come strumento diagnostico con l'impiego di laser nel visibile sia a emissione continua che a doppio impulso. L'evoluzione tecnologica delle sorgenti laser e dell'elettronica ha permesso notevoli sviluppi della tecnica olografica. Per le configurazioni VIS, l'evoluzione tecnologica della microelettronica ha reso disponibili rivelatori a stato solido a matrice (es. CCD e CMOS) di alcuni Mega-pixels favorendo lo sviluppo di tecniche olografiche di tipo digitale che consentono di evitare l'impiego delle lastre tradizionali. Inoltre, le notevoli capacità di calcolo dei moderni PC ha favorito lo sviluppo di algoritmi che emulano i processi di diffrazione ottica e che consento di ricostruire numericamente in tempi ridotti gli ologrammi digitali.
La tecnica di Olografia Digitale ha diversi vantaggi rispetto a quella tradizionale e non è stata ancora sperimenta nel campo dei beni culturali. In particolare si evidenza la possibilità di ottenere informazioni quantitative (es. deformazioni, profili) da estrarre e gestire in modo completamente numerico, quindi compatibile con sistemi e modelli numerici CAD/CAM. Per quanto concerne le configurazioni IR, la recente disponibilità di micro-bolometri a matrice permette di ottenere anche a queste lunghezze d'onda la registrazione digitale di ologrammi. In particolare si potranno effettuare misure su statue di metallo di grandi dimensione grazie alla intrinseca elevata apertura numerica dei sensori IR dovuta alla lunghezza d'onda usata, circa 20 volte superiore a quelle dello spettro visibile, che consente anche di ottenere mappe quantitative di deformazioni in un intervallo più ampio poiché le variazioni di cammino ottico rivelabili sono proporzionali alla lunghezza d'onda. Quindi nell'ambito del progetto si sperimenteranno due configurazioni di olografia digitale (VIS e IR) per eseguire test su manufatti o campioni fantoccio e verranno definite le specifiche tecniche per la realizzazione di sistemi in grado di soddisfare diverse esigenze in campo diagnostico per i beni culturali.
Diversi apparati di olografia digitale in configurazione Mach-Zehnder sono già disponibili presso i nostri laboratori. Essi comprendono diversi tipi di sorgenti laser nel visibile di varia potenza e lunghezza d'onda (532 nm, 514 nm, 473 nm) utili per lo sviluppo della configurazione di tipo VIS. È presente anche un laser a CO_2 che emette nell'infrarosso (con lunghezza d'onda di 10.6 micron), adatto come sorgente per la configurazione di tipo IR. Il personale tecnico- scientifico possiede già conoscenze relative alle tecniche di olografia digitale e di interferometria olografica e, quindi, anche alla elaborazione numerica degli ologrammi digitali per l'estrazione di mappe di ampiezza e fase.

Att. 3.6 Materiali innovativi per supporti in legno, muratura, etc.. Analisi della durabilità in condizioni ambientali reali o simulate

Nell'ambito delle operazioni di ripristino e restauro di strutture esistenti è fondamentale la messa a punto, con successiva sperimentazione, di resine termoindurenti da utilizzare sia come adesivi che come matrici di compositi fibrorinforzati di elevata durabilità. I sistemi proposti sono sistemi ibridi, composti cioè da due fasi, una organica ed una inorganica, in grado, pertanto, di coniugare le

proprietà di entrambi le fasi adeguate alle specifiche applicazioni. Tali sistemi saranno ottenuti mediante la tecnica di sol-gel.
Una prima sperimentazione effettuata in un precedente Progetto regionale su sistemi ibridi di nuova formulazione ha fornito risultati incoraggianti. I prodotti sperimentali mostravano temperature di transizione vetrosa di una decina di gradi superiori a quelle misurate sui sistemi commerciali, attualmente in uso. Inoltre, l'immersione in acqua o l'esposizione a valori elevati (fino al 100%) di umidità dei sistemi messi a punto nella sperimentazione non causava la consueta diminuzione delle proprietà meccaniche e della temperatura di transizione vetrosa, bensì si osservava un certo aumento in termini di prestazioni meccaniche e di Tg. D'altra parte, i test, sia meccanici che termici, condotti su campioni di adesivo di spessori diversi mostravano un effetto sfavorevole dello spessore, attribuito alla presenza di solventi, ottenuti come sottoprodotti delle reazioni di formazione del sistema ibrido (idrolisi e condensazione), che, rimanendo intrappolati nel bulk del sistema, espletavano delle azioni di plasticizzazione.
I risultati promettenti del precedente studio spingono a continuare la sperimentazione sui sistemi ibridi da utilizzare negli interventi descritti. In particolare è necessario ottimizzare sia la composizione iniziale della miscela di precursori sia il processo di ottenimento dei sistemi ibridi, in modo da ottenere sistemi con proprietà termiche e meccaniche anche più elevate di quelle già misurate sui sistemi precedentemente realizzati e da minimizzare gli "effetti-spessore" osservati sui detti sistemi.
La valutazione dell'efficienza di questi nuovi materiali sarà condotta sia a breve sia a lungo termine, anche in condizioni ambientali severe, simulate o reali, per determinare la durabilità dei prodotti in diverse condizioni di esercizio. A tale scopo saranno valutate le proprietà meccaniche e termiche dei sistemi realizzati, confrontando i risultati ottenuti analizzando campioni di spessore variabile. I sistemi saranno successivamente esposti a condizioni ambientali diverse (immersione in acqua, ambienti umidi, esposizione a temperature elevate, ecc.) per valutare la eventuale modifica a seguito dell'esposizione delle proprietà meccaniche e termiche misurate sui sistemi non esposti. Infine, i nuovi sistemi verranno sottoposti a cicli di "invecchiamento accelerato", realizzati in idonee camere ambientali in possesso del gruppo di ricerca seguendo le norme internazionali vigenti, in modo da stimarne la durabilità in diverse condizioni per tempi lunghi. A valle dei trattamenti effettuati saranno nuovamente analizzate le proprietà meccaniche e termiche dei sistemi, in modo da quantificare il degrado avvenuto a seguito di esposizioni ambientali severe.

Att. 3.7 Miglioramento/adeguamento sismico di elementi strutturali in muratura mediante materiali e tecniche innovative

Con riferimento al tema particolarmente attuale di messa in sicurezza del patrimonio culturale nei riguardi di eventi estremi, quali i terremoti, sarà condotta un'attività sperimentale mirante a definire metodi e tecniche di intervento innovativi su alcune tipologie di elementi strutturali, tipici del costruito storico, quali le colonne e i pannelli murari. Tali attività saranno svolte sulla base dei risultati di ricerche già svolte presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione dell'Università del Salento, dal gruppo di Tecnica delle Costruzioni (precedenti Progetti di Ricerca Nazionali ed Europei). In particolare, saranno progettate e realizzate prove sperimentali per l'analisi della risposta strutturale di elementi murari soggetti a prevalente compressione (colonne) e a sforzo di taglio (pannelli murari), rinforzati con materiali innovativi non convenzionali.
Le prove sperimentali che verranno condotte, simulando le sollecitazioni a cui detti elementi saranno sottoposti in presenza di azione sismica, hanno come obiettivo la definizione della tecnica di rinforzo ottimale in funzione delle prestazioni richieste all'elemento strutturale, dell'economicità, della reversibilità e sostenibilità dell'intervento. A tale scopo sarà definita una campagna sperimentale che prevede l'utilizzo di diverse tipologie di fibre (fibre di basalto, metalliche, carbonio e vetro) e di matrice (polimerica, cementizia, cementizia fibrorinforzata) e di diverse configurazioni di rinforzo (rinforzo continuo, discontinuo, griglia ortogonale, strisce diagonali,

lamine inserite all'interno dei giunti di malta e barre in FRP di cucitura nelle colonne). E' fondamentale considerare che la definizione della tecnica di rinforzo ottimale non può prescindere dalle peculiarità dell'elemento da rinforzare. Per tale motivo le diverse tecniche di rinforzo saranno valutate in relazione alle caratteristiche del materiale muratura ed alla specifica morfologia dell'elemento strutturale. Verranno pertanto realizzati campioni di colonne murarie sia a sezione compatta sia a sezione cava (tipicamente utilizzata nelle costruzioni storiche), e con sezione trasversale circolare e non. Per quanto riguarda i pannelli murari verranno considerati pannelli a singolo e a doppio paramento (muratura a sacco). Con particolare riferimento all'intervento sui pannelli murari, la sperimentazione sull'elemento strutturale verrà affiancata dalla valutazione delle proprietà di aderenza fra rinforzi e substrato considerando, anche in questo caso, tecniche di rinforzo innovative non convenzionali. Nella fattispecie, i risultati ottenuti confrontati con quelli derivanti da prove di aderenza tra muratura ed FRP si pongono l'obiettivo di perfezionare le modalità di caratterizzazione del legame di aderenza individuando anche un'adeguata procedura sperimentale, al momento non standardizzata.

Att.3.8 Studio ed ottimizzazione di protocolli operativi per una camera termo/ultrasonica/chemio/barica per la conservazione ed il restauro dei BB.CC.

Il Consorzio TEBAID, di concerto con l'Università della Calabria, nell'ambito delle attività di ricerca del Distretto dei BB.CC. Calabresi, ha realizzato una apparecchiatura, denominata camera TUCHEB (Termo, ultrasonica, chemio, barica) che si presta ad innumerevoli usi ed applicazioni nel campo del conservazione e restauro dei BB.CC. Qualsiasi manufatto può essere esposto in ambiente chiuso, attraverso sistemi automatizzati ed agenti chimici, al vuoto, a radiazioni a microonde e ad ultrasuoni. Ciascuno di questi agenti chimico-fisici può essere utilizzato contemporaneamente agli altri, e quindi i trattamenti possibili per il raggiungimento di una dato obbiettivo (pulizia, disinfestazione da muffe, batteri, da insetti larve, eliminazione di incrostazioni, vernici, muschi, licheni etc.) sono praticamente illimitati.
La seguente Figura riporta un foto di detta apparecchiatura:

Figura 3 ***Camera TUCHEB. A sinistra sono localizzati i serbatoi ei filtri e l'apparto di riscaldamento dei fluidi necessari per l'eventuale lavaggio dei manufatti ed il recupero delle soluzioni e solventi impiegati a ciclo chiuso. Sulla destra è visibile la camera vera e propria. In fondo a destra e visibile il pannello di controllo dell'apparecchiatura. Sul lato superiore della camera sono visibili gli irraggia tori a microonde, mentre nell'interno della camera sono visibili i trasduttori ultrasonici.***

Anche nei casi più semplici i trattamenti vanno ben codificati ad evitare che si possano produrre danni mediante azioni non ben eseguite, per esempio la TUCHEB si presta a ripulire i libri da muffe infestanti uccidendo contemporaneamente anche le spore delle stesse muffe in modo che in seguito le muffe stesse non ricrescano a meno di porre i libri in luoghi umidi infestati. Questo perché siamo in grado di scaldare le spore a microonde dall'interno, senza scaldare la carta. Occorre però fare tutte le misure precise delle condizioni di irraggiamento in modo da determinare le potenze da irraggiare ed i tempi per cui non si va ad intaccare la cellulosa della carta ma si fanno morire tutte le

spore seguendone la storia al microscopio ottico ed al microscopio elettronico e osservando l'eventuale sviluppo della muffa a tempi successivi. L'esempio fatto non è ovviamente esaustivo e se ne potrebbe fare un numero altissimo, concernente la conservazione del legno, dei dipinti, la pulitura e consolidamento di ceramiche etc. Si può dire che, essendo stato sviluppato un sistema molto versatile, per la conservazione dei BB.CC. occorra adesso individuarne il modo migliore di utilizzo per i vari usi ed applicazioni in modo da non danneggiare mai i manufatti che andiamo a trattare ed ottenere gli effetti desiderati.
La creazione di precisi protocolli di intervento, richiede la sperimentazione della Camera TUCHEB ed una sostenuta attività di ricerca per la valutazione di tutti gli effetti prodotti su manufatti test, dalle varie condizioni chimico-fisiche prodotte nella camera per il raggiungimento di determinati obbiettivi.
A valle della conduzione delle attività di ricerca che meglio sono descritte nel paragrafo successivo, saranno condotte attività che vadano nella direzione della protezione del Know-how acquisito mediante:
a) produzione di opuscoli, lavori scientifici e brevetti;
b) presentazione dei risultati delle ricerche a convegni seminari ed incontri con aziende del settore dei settori del restauro e conservazione dei BB.CC. europei, per diffondere la tecnologia TUCHEB.
Saranno promossi almeno 10 incontri e seminari.
Le tecniche migliori saranno brevettate ed i risultati saranno pubblicati in riviste scientifiche specializzate.

OR4: Metodologie e tecnologie integrate il Monitoraggio

Il moderno approccio al restauro e conservazione strutturale si basa sempre più sul concetto di una verifica costante nel tempo delle caratteristiche degli interventi realizzati. Un corretto monitoraggio può consentire infatti di controllare il rispetto delle specifiche progettuali durante tutto il ciclo di vita dell'intervento effettuato, e di tenere sotto controllo l'eventuale insorgenza di situazioni strutturali anomale, che possono dipendere da fattori esterni (situazioni di carico impreviste) o interni (degrado della struttura), garantendo quindi la sicurezza della struttura e dei suoi utenti. Ovviamente, il concetto del monitoraggio può essere di utilità fondamentale anche per tenere sotto controllo lo stato di salute strutturale di beni storico-architettonici non restaurati, fornendo quindi tutti i dati necessari a programmare ed ottimizzare eventuali interventi di manutenzione straordinaria. Il trend del mercato dei servizi di monitoraggio è fortemente orientato verso tecniche non distruttive, per ovvi motivi legati alla necessità di non alterare gli equilibri della struttura e di dare organicità ed automatismo al monitoraggio effettuato. Nel progetto si svilupperanno sensori e sistemi innovativi per il monitoraggio strutturale basati su sensori in fibra ottica, potenzialmente annegabili nei beni stessi da monitorare. I sensori in fibra ottica, infatti, da un lato consentono di risolvere tutta una serie di problematiche legate ai sensori tradizionali (instabilità del segnale nel tempo, con necessità di periodiche ricalibrazioni, sensibilità alle interferenze elettromagnetiche ed agli ambienti chimicamente aggressivi, difficoltà di trasferire i dati a grandi distanze ecc.), dall'altro sono potenzialmente integrabili in sistemi (che anche saranno sviluppati nel Progetto) di acquisizione, gestione ed elaborazione dati a loro volta interfacciabili automaticamente con sistemi decisionali. Una soluzione interessante su cui si lavorerà sono i materiali multifunzionali in cui si possono associare, ad esempio, prestazioni di tipo meccanico e contemporaneamente di tipo sensoristico (misure di deformazioni, temperatura, etc..). Queste tematiche aprono la strada a nuovi approcci sui sistemi di monitoraggio, e creano un ponte ideale con l'OR3.
Un'altra problematica che coinvolge sia la tutela del bene culturale sia la salvaguardia umana è rappresentata dal monitoraggio in ambienti sia esterni che confinati. L'inquinamento atmosferico nei centri urbani, dove la presenza di beni culturali e l'alta concentrazione umana impongono un monitoraggio continuo nel contemperare quei livelli di attenzione e di rischio da stabilire per il bene e da osservare nel rispetto della Normativa vigente per il biota.
Le soluzioni sviluppate saranno quindi validate sul campo mediante l'applicazione su alcuni siti pilota di particolare rilevanza e significatività storico-culturale.

N OR	**Titolo OR**	**Attività**	**Titolo**	**RI/SS**	**Partner Responsabile**	**Partner coinvolti**	**Risultato Attività**	**localizzazione**
OR 4	**Metodologie e tecnologie integrate il Monitoraggio**	A 4.1	Reti *ad-hoc* e tecnologie *rfId* per il monitoraggio remoto	RI	UNISAL		report/moduli	Lecce
		A 4.2	Monitoraggio tramite sistemi *embedded* innovativi	RI	CETMA		report/moduli	Brindisi
		A 4.3	Post-processing di rangemap ottenuti da scansioni con radar ottici a colori su scala architettonica per misure di monitoraggio	RI	ENEA		report/moduli	Frascati
		A 4.4	Tecnologie per il monitoraggio di BC in ambienti marini: Un AUV innovativo	RI	AGEOTEC	ENEA	report/moduli	Trapani, Frascati
		A 4.5	Post-processing di rangemap ottenuti da scansioni radar ottiche in ambiente subacqueo per misure di monitoraggio	RI	ENEA	AGEOTEC	report/moduli	Frascati
		A 4.6	Sistema innovativo per la validazione tramite benchmark di tecnologie di monitoraggio di ambienti interni/esterni	RI	UNIPA	C&I	report/moduli	Palermo, Cosenza
		A 4.7	Integrazione di dati di imaging multi spettrale raccolti su multipiattaforma basata su laser scanner: riflettenza da radar ottico a colori e fluorescenza da LIF scanning	RI	ENEA		report/moduli	Frascati

Descrizione delle attività dell'OR4:

Att.4.1 Reti *ad-hoc* e tecnologie *rfId* per il monitoraggio remoto

In questa attività si propone una architettura integrata di reti WSN e sensori rfid per il monitoraggio remoto. La recente innovazione tecnologica nel settore delle comunicazioni wireless e dell'elettronica digitale ha permesso lo sviluppo e la diffusione di una nuova classe di reti, le Wireless Sensor Network (WSN) caratterizzate da comunicazioni multi-hop e auto-configurazione. I dispositivi che compongono una WSN hanno una memoria di dimensioni ridotte, vincoli molto stringenti dal punto di vista dei consumi energetici, capacità di elaborazione e di comunicazione

ottimizzate per contemplare la miniaturizzazione e l'autonomia. Un'ulteriore peculiarità di una WSN è che i nodi possono essere disposti in modo denso e quindi una rete di questo tipo può essere formata anche da centinaia o migliaia di dispositivi. Tra le principali applicazioni delle WSN si ritrova sicuramente il sensoring e control di scenari molto estesi, come ad esempio l'intero patrimonio di beni architettonici di una vasta regione. Riuscire a identificare e monitorare (ad es. in termini di parametri ambientali come temperatura, umidità, luminosità, presenza di agenti batterici, ecc.) i resti architettonici (monumenti, opere, scavi, ecc..) disseminati in un territorio permetterebbe la realizzazione di un efficiente sistema di salvaguardia e controllo degli stessi.
Attualmente, la maggior parte delle WSN per il monitoring sono realizzate utilizzando la tecnologia ZigBee, anche se su quest'ultima sono ancora attive diverse linee di ricerca che mirano a ottimizzare le performance della stessa WSN cercando di minimizzare il consumo energetico. Altro aspetto chiave è rappresentato sicuramente dai progressi ottenuti dall'emergente tecnologia RFID che stanno contribuendo consistentemente ad una rapida diffusione della stessa tecnologia in diversi settori applicativi. A tal proposito, si osserva l'esistenza della futura generazione di tag RFID, quelli attivi, che sono in grado di realizzare delle WSN auto-organizzanti e capaci di garantire comunicazioni multihop e che rappresenteranno un alternativa alla tecnologia RFID. Altra topic di ricerca molto interessante è quella di sviluppare una nuova classe di nodi di una WSN capaci di integrare a basso costo anche le funzionalità di reader di tag RFID passivi. Questo tipo di soluzioni potrebbe risultare molto interessante in uno scenario come quello di monitoring di reperti o scavi archeologici.
Altro aspetto di ricerca molto interessante in uno scenario come quello analizzato riguarda la possibile integrazione di WSN eterogenee, realizzata con uno strato di middleware capace di garantire l'indipendenza sia dalla particolare tecnologia fisica e sia dalla vasta gamma di eterogenei applicativi che potrebbero usufruire dell'enerome quantità di informazioni rilevate da distinte WSN.
L'esistenza di una WSN o di una integrazione di WSN fornirà la possibilità ad un centro di controllo remoto di poter intervenire efficientemente nelle procedure di monitoraggio e salvaguardia di un esteso patrimonio architettonico.
La potenzialità offerta da tali tecnologie innovative richiede notevoli sforzi verso la ricerca necessaria a definire e sperimentare meccanismi di power saving, protocolli di routing energy-aware capaci di ottimizzare le performance minimizzando il consumo energetico, protocolli di routing gerarchici per favorive la scalabilità delle stesse soluzioni, middleware intelligenti per l'interconnessione e l'integrazione di eterogenee WSN.
Le fasi su cui si basa questa attività di RI sono:

- Ottimizzazione delle performance soprattutto in termini di energy consuption di una WSN ralizzata con tecnologia ZigBee (IEEE 802.15.4) o RFID attiva (IEEE 802.15.4f) per uno scenario outdoor intervenendo principalmente su scheduling e protocolli di routing.
- Sperimentazione di una possibile soluzione a basso costo capace di integrare reader RFID in un nodo di una WSN dotato di sensori e di radio (ZigBee o RFID attivo).
- Definizione e validazione di protocolli di routing gerarchici capaci di ottimizzare l'interconnessione e integrazioni di WSN eterogenee.
- Definizione e sviluppo di un sistema middleware evoluti, flessibili e dinamici per l'integrazione di WSN eterogenee con uno strato applicativo eterogeneo e diversificato. Tale middleware dovrà garantire l'indipendenza tra la tecnologia di rete di comunicazione adottata (active RFID, ZigBee, UWB, ecc.) e le componenti applicative necessarie per la gestione delle informazioni acquisite.

Att.4.2 Monitoraggio tramite sistemi *embedded* innovativi

Questa attività è finalizzata allo studio di tecniche avanzate di monitoraggio strutturale con sensori in fibra ottica, mediante lo sviluppo di soluzioni concrete alle tipiche problematiche applicative degli stessi.

Considerando la compatibilità morfologica tra fibre ottiche e fibre di rinforzo dei materiali compositi (FRP, *Fiber Reinforced Polymers*), oltre che la completa compatibilità chimica con le matrici polimeriche degli FRP stessi, si intendono studiare e sviluppare soluzioni tecnologiche basate sull'inglobamento di differenti tipologie di sensori in fibra ottica (sensore di tipo puntuale, come l'FBG, *Fiber Bragg Grating*, e un sensore di tipo distribuito, come il *Brillouin*) all'interno di strutture in FRP, che fungano da supporto e protezione al sensore stesso. In questo modo, il sensore così ottenuto è differente da quello di partenza, ma senz'altro più facile da maneggiare e applicare. Inoltre, questi dispositivi intelligenti, oltre a permettere un monitoraggio dello stato deformativo della struttura su cui sono applicati, potrebbero, se opportunamente progettati, fungere anche da rinforzo stesso.
Nel corso degli ultimi anni, CETMA ha applicato questi concetti al monitoraggio di strutture e infrastrutture in calcestruzzo armato. Nel presente progetto si affronteranno tutte le problematiche relative alla messa a punto di tali sistemi per applicazione su un substrato differente e non omogeneo come la muratura.
In particolare, saranno sviluppate due tipologie di dispositivo per applicazione su supporto murario: placchette in FRP (*smart patches*) con sensore in fibra ottica inglobato (per applicazione esterna all'elemento da monitorare/rinforzare) e barre in FRP (*smart rebar*) con sensore in fibra ottica inglobato (per applicazione sia interna che esterna all'elemento da monitorare/rinforzare). A tal proposito, si partirà da quanto già acquisito da CETMA per applicazioni sul calcestruzzo, cercando di risolvere alcune problematiche realizzative ancora aperte (prevalentemente legate all'industrializzazione del processo e alla necessità di disaccoppiare le informazioni relative allo *strain* e alla temperatura) e, soprattutto, puntando l'attenzione sull'applicabilità di tali sistemi a elementi murari, valutando, tramite prove di adesione, i materiali e le tecnologie applicative più idonee.
Si passerà, poi, a realizzare test di invecchiamento accelerato (cicli termici o di umidità) dei dispositivi *smart* sviluppati anche accoppiati a substrati murari, per valutare l'eventuale degrado delle proprietà di adesione FRP – muratura e FRP – fibra ottica a lungo termine, così come pure un eventuale degrado delle proprietà metrologiche di *smart patch* e *rebar*.
Altra tematica che sarà approfondita sarà quella legata alla scelta delle dimensioni ottimali per i dispositivi sviluppati, che dovranno essere definite in funzione delle discontinuità del substrato ma anche tenendo conto di problematiche legate alla cantierabilità e alla facilità di installazione (per esempio, la *patch* non potrà essere più piccola della larghezza del concio murario, ma occorrerà definire anche un valore massimo di larghezza, tenendo conto di aspetti legati sia alla significatività della misura ottenibile ma anche alla necessità di permettere un'agevole installazione in situ).
Infine, si redigerà un manuale di istruzioni operative in cui si evidenzieranno le possibili problematiche operative e i relativi accorgimenti per una corretta installazione in situ.
Il Consorzio CETMA, nell'ambito del Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e delle Strutture, ha maturato alcune esperienze nel campo dello sviluppo e della caratterizzazione meccanica e metrologica di dispositivi *smart* per impieghi civili, per applicazione su strutture in calcestruzzo e calcestruzzo armato. In particolare, all'interno di alcuni progetti di ricerca, sono state studiate soluzioni preliminari sia di *smart patches* sia di *smart rebar* per applicazioni su calcestruzzo, sulle quali sono tuttora in corso test di calibrazione e caratterizzazione meccanica.

Att.4.3 Post-processing di rangemap ottenuti da scansioni con radar ottici a colori su scala architettonica per misure di monitoraggio

In questa attività saranno trattate le problematiche sw relative al postprocessing di dati ottenuti dalla tecnologia riportanta nell'att. 2.4.
L'uso di laser scanner 3D a colori rappresenta la vera novità nel panorama dei sistemi di reverse engineering, le cui potenzialità sono esprimibili se si invste nelle componenti sw così come si sta investendo in quelle HW. Infatti una delle principali sfide per l'impiego su vasta scala di questa

tecnologia nell'ambito dei beni culturali è dettata oltre cha dalla complessità dell'uso di queste nuove macchine anche e soprattutto dai software software a corredo, che tentano di sopperire ai difetti di progettazione dovuti alla limitazione della metodologia utilizzata (si pensi ai laser scanner a triangolazione che hanno bisogno di un software per registrare sopra al dato tridimensionale grezzo le texture acquisite con una fotocamera). Le problematiche di natura algoritmica che il sistema di post-processing proposto si prefigge di risolvere, sono quelle inerenti al processamento di dati tridimensionali completi, distanza e riflettività di colore, di nuvole tridimensionali dense al limite fisico della diffrazione ottica e di grandi dimensioni specialmente quando si riferiscono a superfici di grande ampiezza come quelle di solito pertinenti a opere parietali affrescate che vengono acquisite per il monitoraggio di strutture civili, mentre per i modelli molto più semplificati intesi nell'impiego in campo video-ludico per motivi di valorizzazione di opere d'arte in ambienti di musei virtuali a realtà aumentata si propone invece il problema di poterli animare in tempo reale.

Att.4.4 Tecnologie per il monitoraggio di BC in ambienti marini: Un AUV innovativo

In questa attività sarà studiato l'impianto architetturale di un sistema autonomo di tipo AUV, acronimo delle parole inglesi Autonomous Underwater Vehicle. Tale mezzo è inteso ad identificare un veicolo subacqueo che con propulsione di tipo elettrico ed alimentato da batterie, senza vincoli meccanici (ombelicale) con il mezzo di superficie in appoggio, è in grado di iniziare e portare a termine una missione di prospezione del fondale marino in completa autonomia, alloggiando a bordo gli strumenti di navigazione e di rilevamento (sensoristica) necessari allo scopo della missione. Il veicolo viene dotato di un sistema computerizzato, nella cui memoria vengono impostati i parametri di navigazione, viene cioè preimpostata la rotta di navigazione (rettilinea o spezzata) o il reticolato dell'area da ispezionare , vengono inoltre assegnati i parametri di campionamento dei dati provenienti dagli strumenti alloggiati sul veicolo stesso. L'AUV durante la navigazione , sia in emersione che sommersa, è in grado di autodeterminare la propria posizione in X, Y e Z e di calcolare, senza soluzione di continuità, le correzioni da apportare , in termini di spinta e di direzione, alla propria dinamica. Gli strumenti che necessitano a tale calcolo sono:

- Il GPS in differenziale che determina con precisione centimetrica la propria posizione nel momento in cui il veicolo, lanciato dalla postazione di appoggio (normalmente un mezzo navale), naviga e fa il punto nave in superficie.
- INS acronimo inglese di piattaforma di navigazione inerziale, dotata di accelerometri lineari ed angolari in fibra ottica per la determinazione del proprio moto.
- DVL acronimo inglese di misuratore di tipo doppler della velocità e direzione rispetto al fondo per la determinazione della rotta e delle derive dovute prevalentemente al fattore corrente.
- Gyro in fibra ottica per la determinazione della direzione del mezzo rispetto al Nord geografico.

Un ulteriore aiuto nella determinazione della posizione può essere dato dal USBL o LBL e cioè da un sistema di posizionamento subacqueo di tipo acustico che grazie alla trasmissione di impulsi acustici in partenza dal Transducer (installato a chiglia del mezzo navale) con relativa risposta dal transponder (installato sull'AUV) permette , in base al calcolo dei ritardi, la determinazione della posizione in X,Y e Z del veicolo. L'insieme dei dati acquisiti con gli strumenti di cui sopra, opportunamente trattati dal centro di calcolo installato a bordo dell'AUV e trasmessi via modem subacqueo al mezzo di appoggio per controllo, determina con precisione sub-metrica la posizione in tempo reale del veicolo subacqueo.

L'AUV sarà dotato, per la identificazione di oggetti interrati / giacenti sul fondo e la caratterizzazione geo-morfologica del fondale, dei seguenti strumenti:

- Multibeam echosounder del tipo a frequenza variabile ed ad alta risoluzione per la costruzione del modello in 3d del fondale con precisione batimetrica assoluta.
- Sonar panoramico multibeam per la determinazione di ostacoli frontali alla navigazione.

- SSS (Side Scan Sonar) , strumento sonar a scansione laterale per la sonorizzazione del fondo ed il conseguente rilevamento ad alta definizione degli oggetti emersi.
- SBP (Sub Bottom Profile) 2d e 3d per la caratterizzazione degli strati superficiali del fondo marino e nel caso di utilizzo del sistema 3d si permette la ricostruzione del modello digitale in tre dimensioni della stratigrafia nella porzione di fondo interessata dal passaggio dell'AUV, nel caso di più passaggi paralleli si può ricostruire un mosaico 3d completo dell'area ispezionata associando i singoli parallelepipedi.
- Magnetometro per il rilevamento di target metallici, sia esposti che interrati , giacenti lungo la rotta di transito dell'AUV.
- Sensori e/o strumenti forniti dai partner del progetto.

Le componenti di intelligenza artificiale costituiranno il cuore dello studio sw del sistema.

Att.4.5 Post-processing di rangemap ottenuti da scansioni radar ottiche in ambiente subacqueo per misure di monitoraggio

L'architettura di base del software proposto è quello basato sulla massiccia metodologia del message passing in una filosofia delle applicazioni client/server, in modo da permettere una più facile scalabilità nell'integrazione del server all'interno di dispositivi embedded collegati direttamente con lo scanner a laser. Data la natura ostile nella quale il fascio laser di scansione si propaga e tenuto conto della tipologia di impiego dello scanner, la possibilità di avere un controllo remoto della macchina è d'obbligo per l'affidabilità dello strumento e per il monitoring dei parametri critici di misura e si sposa in pieno con le moderne tecniche di rilevamento dati da strumenti collocati su AUV.

L'interfaccia client da sviluppare dovrà essere quanto più standardizzata, se non addirittura comune con quella del modello di scanner terrestre. In questo modo l'uso di uno o l'altro scanner è totalmente trasparente all'utente, con ovvio risparmio nella formazione di tecnici specializzati che comunque dovranno essere istruiti da personale idoneo.

La complessità dello sviluppo di questo software risiede soprattutto nella costruzione di algoritmi adeguati al rilevamento marino, che tengano per lo più conto della natura non completamente trasparente dell'acqua (backscattering dovuto a particolato sospeso in acqua, intromissione di flora e fauna durante il rilevamento). Tali algoritmi comportano una complessità maggiore di quella incontrata nella realizzazione del software analogo per le applicazioni in superficie, perchè in ambiente marino, gli effetti di segnale spurio legato dinamicamente (cioè che dipende dalle caratteristiche ottiche dei fasci modulati) alla propagazione del fasci in acqua sono percentualmente molto rilevanti e quindi, anche partendo dalla fase di pre-processing, dovranno essere implementati dal punto di vista algoritmico i modelli fisici precedentemente studiati che stanno alla base dell'estrazione del segnale utile dal rumore.

Particolare riguardo dovrà essere dato anche all'integrazione dei dati dello scanner con quelli provenienti dalla strumentazione con cui sarà equipaggiato l'AUV proposto da AGEOTEC, ad esempio l'uso dell'informazione proveniente dal SONAR può essere integrata con la misura in distanza dello scanner in modo da eliminare problemi di frustum o per una prima grossolana verifica nella misura di distanze.

Att.4.6 Sistema innovativo per la validazione tramite benchmark di tecnologie di monitoraggio di ambienti interni/esterni

L'attività, nell'ambito della suddetta ricerca, in collaborazione con Università di Bologna – Dipartimento di Storie e Metodi per la conservazione dei Beni Culturali, sede di Ravenna,) , prevede in ambienti esterni la seguente successione di fasi metodologiche:

1) *Scelta appropriata dei siti di indagine e dei manufatti di interesse storico-artistico e architettonico ivi presenti.*
2) *Rilievi sperimentali*.
   Si ha a disposizione un laboratorio mobile completamente equipaggiato di analizzatori automatici per misurazioni di inquinanti aerodispersi ("metodi di riferimento" classificati dall'Environmental Protection Agency-EPA):

- analizzatore di biossido di zolfo (il principio di funzionamento è basato sulla fluorescenza emessa da SO_2 dopo assorbimento di energia UV);
- analizzatore di ossidi di azoto (NOx) (apparecchiatura che misura l'intensità luminosa chemiluminescenza emessa a causa della reazione tra ossido di azoto e ozono);
- analizzatore di particellato totale sospeso PTS (TEOM 1400).
  La sperimentazione riguarderà in parallelo l'analisi del particellato biologico, al fine di rivelare e caratterizzare i microsistemi biologici sia deteriogeni per i BBCC sia potenziali patogeni per operatori- fruitori; con tecnologie non distruttive.
  Inoltre, saranno analizzati i parametri colorimetrici di L (Luminosità), A (Valore lungo l'asse verde-rosso), B (Valore lungo l'asse blu-giallo) dei materiali esposti, con l'impiego del colorimetro spettrofotometrico e alla elaborazione di immagini con l'impiego del videomicroscopio. I risultati permetteranno di quantificare il "trend" relativo all'alterazione-degradazione a seguito dell'interazione con il mix di sostanze inquinanti.

3) *Valutazioni conclusive.*

Si ha così la possibilità di presentare un quadro informativo completo del "sistema: manufatto-ambiente" e la conseguente definizione del rapporto danno /tempo, che permetterà la scelta degli idonei sistemi di mitigazione e/o di prevenzione e/o di intervento sul bene.

La ricerca in ambienti confinati, in collaborazione con l'Università di Bologna –Dipartimento di Storie e Metodi per la conservazione dei Beni Culturali, sede di Ravenna) affronterà tre diversi ordini di problemi:

- la varietà delle tipologie chimico-merceologiche dei manufatti e, quindi, dei materiali costituenti;
- la varietà degli ambienti – ancorché interni – presenti in un museo o biblioteca o archivio e, nell'ambito della stessa sala oggetto di indagine, la varietà di microambienti che possono presentarsi;
- i diversi gradi e modalità di fruizione.

La sperimentazione sarà condotta mediante:

- monitoraggio dei fattori e degli agenti dell'ambiente di collocazione-conservazione: termoigrometrici, di illuminamento, di qualità dell'aria sia per il particellato chimico che biologico;
- controllo preventivo e nel tempo delle condizioni ambientali idonee per la conservazione del bene e per il benessere del biota (conservatore, restauratore, fruitore) nel rispetto della normativa vigente.

L'obiettivo finale a cui si tende è la realizzazione di una scheda riassuntiva ed esaustiva che, applicata ad una qualsiasi unità culturale confinata, possa suggerire quali parametri da controllare e, nel caso, quali misure da effettuare per prevenire una possibile alterazione-degradazione del materiale costituente il bene culturale, collocato-conservato nello specifico ambiente confinato. Di qui la necessità di un software dedicato che permetta di indicare la modificazione e, di conseguenza,

l'opportuno intervento allo scopo di correggere lo specifico "fattore di rischio", causa del potenziale effetto dannoso.

Att.4.7 Integrazione di dati di imaging multi spettrale raccolti su multipiattaforma basata su laser scanner: riflettenza da radar ottico a colori e fluorescenza da LIF scanning

Obiettivo di questa linea di attività è lo sviluppo e l'integrazione strumentale di tecniche ottiche complementari operanti su diverse piattaforme hardware al fine di avere una completa caratterizzazione delle di opere d'arte mediante indagini assolutamente non distruttive. In particolare si propone di integrare la misura della fluorescenza indotta da laser risolta spettralmente e temporalmente (Laser Induced Fluorescence – LIF) con un sistema di visione artificiale in grado di rappresentare con accuratezze submillimetriche la topologia delle superfici in esame ed un'analisi colorimetrica con una opportuna sorgente a tristimolo (Radar Topologico - ITR). Su ambedue le tipologie di sistemi esistono brevetti ENEA e prototipi testati in campagne sui Beni Culturali svolte in ambito internazionale.

In particolare il prototipo di LIF scanning da operare nel corso del progetto congiuntamente con l'ITR a tricromatico, include un innovativo sistema di scansione di linea (basato sull'utilizzo di lenti cilindriche accoppiate con rivelatori a matrici di tipo ICCD), che consente l'acquisizione di immagini su vaste aree in tempi confrontabili o inferiori a quelli con cui può operare l'ITR (10 m^2/ora) a distanze superiori ai 10 m. L'integrazione delle metodiche proposte consente una innovazione tecnologica non limitata alle convenzionali diagnosi dello stato attuale ed alla documentazione di pregressi interventi di restauro. Infatti la risoluzione temporale delle emissioni fluorescenti permette la disambiguazione delle risposte spettrali di molti composti organici diffusamente utilizzati come leganti e/o consolidanti, e la combinazione col radar topologico consente l'immediata ed esatta collocazione spaziale delle features osservate.

La combinazione strumentale proposta rappresenta un importante incremento delle attuali tecniche diagnostiche non distruttive applicate ai beni culturali, promovendo la diffusione e l'utilizzo a lungo temine di tecnologie realmente innovative per la conservazione e la fruizione del patrimonio culturale italiano.

L'integrazione verrà realizzata interamente via software su dati raccolti congiuntamente dai due strumenti nelle campagne di misura previste durante il progetto. Una volta sovrapporte le immagini multispettrali verranno messi a punto gli strumenti software per il loro confronto automatico e per estrarre le caratteristiche principali (degrado di pigmenti e consolidanti, biodegrado, decolorazione e ritocchi, danni meccanici) da localizzare sul modello 3D della superficie oggetto di indagine.

Come tecniche integrative tradizionali da affiancare alle diagnostiche per immagini eseguite mediante sistemi a scansione laser saranno utilizzate la fluorescenza X, per analisi puntuali, e la termovisione, per analisi d'immagine, che sono entrambe diagnostiche non distruttive.

La fluorescenza X, attraverso la determinazione degli elementi chimici con numero atomico maggiore di 15, permette di risalire al composto cui l'elemento appartiene. Per quanto riguarda le superfici pittoriche la possibilità di effettuare un numero elevato di osservazioni e di ottenere i risultati direttamente al termine di ogni misura, fornisce informazioni per la scelta dei punti di misura successivi e del punto/area in cui effettuare eventuali approfondimenti con altre tecniche. Una ricognizione delle situazioni cromatiche riconoscibili sull'opera consentirà la loro caratterizzazione elementale ragionata e la scelta delle aree da indagare potrà essere effettuata tenendo presenti differenze significative di segnali raccolti con le tecniche di immagine.

La termografia analizza il comportamento termico dell'oggetto in esame senza impiegare sonde a contatto; nel settore del patrimonio artistico si rivela particolarmente utile consentendo di effettuare gli esami a distanza senza l'ausilio di ponteggi e fornendo informazioni sullo stato conservativo della struttura (difetti, disomogeneità, distacchi, presenza di umidità ecc.). Le immagini termografiche possono essere sovrapposte a quelle ottenute con le altre tecniche integrando così i dati per completare la determinazione dello stato di conservazione del bene in esame.

L’integrazione di questi dati aggiuntivi sul modello 3D permetterà un’archiviazione informatica complessiva dello stato di conservazione della superficie esaminata, con possibilità di visione a vario livello che, mediante un uso opportuno di falsi colori permette di evidenziarne anche la composizione.

OR5: Metodologie e tecnologie integrate per la musealizzazione, fruizione e valorizzazione

Innovare le componenti di valorizzazione dei beni e delle risorse culturali (e più in generale delle eccellenze del territorio) significa realizzare un armonico ambiente che ne permetta in modo semplice la realizzazione, la divulgazione e la fruizione.

Le Soluzioni proposte nel progetto, finalizzate alla rappresentazione accresciuta dei beni, prevedono lo sviluppo di diversi sistemi per la valorizzazione e la promozione del patrimonio artistico, storico ed in generale di tutte le eccellenze del territorio, e consentono agli operatori culturali di gestire e aggiornare i contenuti in larga autonomia con la minima mediazione di esperti informatici. Ottenuto ciò, si riesce concretamente a realizzare uno scenario che di fatto è un villaggio culturale globale virtuale nel territorio che sia multimediale, multicanale.

L'esigenza di rivolgersi ad un pubblico sempre più vasto presuppone l'utilizzo delle nuove tecnologie in una duplice valenza cioè ci si rivolge contemporaneamente sia alle esigenze dei professionisti e degli "addetti" ai lavori (storici, archeologi, curatori, ecc.), sia a quelle dei fruitori di tale lavoro, vale a dire la generalità del pubblico. La possibilità di fornire uno strumento che, da una parte, si configura come uno strumento tecnico a disposizione degli addetti ai lavori per svolgere parti essenziali dei loro compiti istituzionali, e, dall'altra, come uno strumento didattico-formativo che consente al pubblico un livello di avvicinamento e comprensione delle opere fino ad oggi difficilmente raggiungibile, aspetto questo particolarmente importante data la vasta maggioranza dei meno esperti.

Altrettanto interessante sembra, in termini di innovazione del settore, il ricorso ad altre tecnologie che con la Realtà Aumentata possano essere integrate in un ambiente di fruizione unico in cui la comunicazione e la gestione delle informazioni possa essere distribuita su rete e la fruizione possa avvenire secondo modalità nuove con un livello di realismo sempre più spinto. Ci riferiamo all'impiego di dispositivi palmari al fine di garantire requisiti di ergonomia e personalizzazione della fruizione, oltre che l'offerta di contenuti visivi ed il potenziamento dell'interattività con il bene oggetto di visita.

Nell'OR 5 vengono altresì proposte altre tecnologie volte alla convergenza dei media. Tutte confluiranno in una sorta di kit trasportabile, il quale, una volta istallato su mezzi di trasporto collettivi come pulman per turisti, consentiranno l'utilizzo integrato e completo delle soluzioni rispetto al territorio di interesse su cui si effettuerà la sperimentazione.

N OR	Titolo OR	Attività	Titolo	RI/SS	Partner Responsabile	Partner coinvolti	Risultato Attività	localizzazione
OR 5	**Metodologie e tecnologie integrate per la musealizzazione, fruizione e valorizzazione**	A 5.1	Studio di una piattaforma per il mantenimento di dati aderente al modello Unificato: datacentre e calcolo ad alte prestazioni	RI	ENEA	INFOBYTE@, C&I	report/moduli	Portici/Bologna
		A 5.2	Studio e progettazione di un sistema innovativo per la creazione e fruizione in modalità condivisa e immersiva di musei virtuali interattivi	RI	INFOBYTE@		report/moduli	Bari
		A 5.3	Studio e sviluppo di una piattaforma adattiva per l'erogazione geolocalizzata di contenuti e applicazioni interattive multicanale anche fruibili in mobilità (M3S Application)	RI	INFOBYTE@	C&I	report/moduli	Bari
		A 5.4	Tecnologie avanzate per la creazione dei contenuti	RI	TECHLABW WORKS		report/moduli	Catania
		A 5.5	Nuove tecnologie indossabili per la fruizione in Realtà Aumentata	RI	CETMA	INFOBYTE@	report/moduli	Brindisi, Napoli,Bari
		A 5.6	Sistemi innovativi immersivi per la fruizione dei BC in regime real time	RI	CETMA	INFOBYTE@	report/moduli	Brindisi, Napoli,Bari
		A 5.7	Un Sistema innovativo per la fruizione immersiva dei BC in modalità off-line	RI	CETMA	ENEA(PORT/BOL/Br)	report/moduli	Brindisi,Portici,Bologna
		A 5.8	Sistema display olografico e proiezione su schermo per visualizzazione di dati 3D o olografici	RI	CNR - INO		report/moduli	Napoli, Lecce
		A 5.9	Studio e progettazione di un canale a circuito chiuso GLART-TV per la fruizione turistica dei BC in funzione dei luoghi di accesso	RI	QuadraTV		report/moduli	Bari
		A 5.10	Un Sistema software per la fruizione avanzata in modalità GIS dei BC presenti nel modello relazionale unificato	RI	C&I		report/moduli	Cosenza

Descrizione delle attività dell'OR5:

Att.5.1 Studio di una piattaforma per il mantenimento di dati aderente al modello Unificato: datacentre e calcolo ad alte prestazioni

Integrare l'infrastruttura esistente per realizzare una piattaforma che supporti i Database conformi al modello unificato a supporto della gestione ed elaborazione dei dati provenienti dalle varie attività e fasi dell'analisi del Bene Culturale. Queste attività riguardano l'intero ciclo di gestione del Bene, dall'acquisizione, allo storage, all'elaborazione ad alte prestazioni con applicativi dedicati o disponibili sull'infrastruttura fino alla visualizzazione remota in alta risoluzione. Un aspetto innovativo, oggetto del presente studio, sarà rappresentato dalla possibilità di condividere oltre ai dati anche le applicazioni per formare gruppi di lavoro collaborativi in rete con altri istituti, operatori del settore e musei specializzati nel restauro e conservazione per l'incremento di scambi di informazioni e rapporti di collaborazione. Questo aspetto oltre alla possibilità di accedere al modello virtuale da remoto in alta definizione e con applicativi remoti dedicati rappresenteranno un passo ulteriore per la divulgazione delle attività e l'utilizzo delle tecnologie per la formazione a distanza.

L'ENEA, a seguito degli investimenti e delle recenti realizzazioni effettuate, è attualmente uno degli Enti pubblici maggiormente presenti sul territorio meridionale e opera in modo fortemente integrato con una pluralità di soggetti scientifici ed economici, pubblici e privati, attraverso una rete molto articolata di relazioni e progetti congiunti. L'Ente ha già realizzato una GRID al livello geografico che consente di condividere tutte le risorse informatiche presenti nei vari data center. Il "sistema virtuale" delle risorse informatiche distribuite per il calcolo scientifico ad alte prestazioni e grafica avanzata dell'ENEA si pone ad un livello di assoluto rilievo nel panorama nazionale ed internazionale. L'attuale sistema integra i data center presenti presso le sedi ENEA di Bologna, Casaccia, Frascati Portici, Trisaia e Brindisi ove sono collocate le potenze di calcolo più rilevanti, oltre al sistema di storage anch'esso distribuito a livello geografico.

Le infrastrutture citate sono state progettate e realizzate dal personale tecnico scientifico dell' ENEA che quindi ha acquisito un esperienza pluriennale nella progettazione, realizzazione e gestione di sistemi ICT complessi ed a livello geografico. Le principali risorse di calcolo attualmente disponibili in ENEA-GRID consistono in un insieme di sistemi di calcolo per un totale complessivo di più di 30 Tflops di picco, basati su architetture eterogenee, Linux (32 bit, x86_64, IA64) AIX (IBM SP4, SP5), IRIX, MacOS X, Windows. I siti principali sono Portici (NA) che ospita la singola risorsa più rilevante con sistema HPC CRESCO oltre ai siti di Bologna, Casaccia(RM), Frascati(RM), Trisaia (MT) e Brindisi.

La gestione e l'immagazzinamento dei dati sono anch'essi distribuiti sui vari siti di ENEA-GRID ed AFS costituisce lo strato comune di condivisione dei dati che permette di fornire all'utente una accesso omogeneo su tutti i nodi di calcolo disponibili. Attualmente lo spazio disponibile in AFS consiste di circa 45 TB, distribuiti su di una dozzina di fileserver. In più di un sito è anche disponibile a livello locale il file system parallelo GPFS che permette di fornire le prestazioni necessarie alle applicazioni HPC e lo spazio disponibile in GPFS ammonta a più di 120 TB.

Il sistema HPC CRESCO costituisce la maggior risorsa di calcolo e storage di ENEA-GRID ed è stato sviluppato nel corso del progetto omonimo del PON Ricerca 2000-2006 del MUR.

Att.5.2 Studio e progettazione di un sistema innovativo per la creazione e fruizione in modalità condivisa e immersiva di musei virtuali interattivi

Allo stato dell'arte esistono diversi sistemi per la costruzione e fruizione di ambienti virtuali 3d integrati con contenuti multimediali; nessuno degli engine di ultima generazione, nati nel campo delle simulazioni immersive e dei videogiochi 3d real time, risulta specializzato nel settore museale delle esposizioni. L'obiettivo principale del sistema proposto è, da un lato, quello di offrire al visitatore (User Visitor) funzionalità avanzate di navigazione immersiva assistita e, dall'altro,

quello di permettere ad una categoria di utenti qualificati detti creatori (User Creator) di modificare il sistema complessivo o parti di esse tramite un idoneo sistema di creazione (editor contestuale) che non richieda una specifica conoscenza tecnica e tanto meno la padronanza delle tecniche di modellazione 3D; in termini generali ci si riferisce ad un sistema che, sebbene qualitativamente molto più evoluto, preveda una gestione similare a quella del noto Second Life.

Il sistema che si vuole proporre ha un approccio User Centered per quanto riguarda sia la componente di fruizione lato Utente-Visitatore (U.V.) sia dal lato Utente-Creatore (U.C.).
L'interazione tra utente e mondo Virtuale costituisce il fulcro dello studio della piattaforma proposta.
Il visitatore deve poter interagire e ottenere informazioni su qualsiasi elemento di interesse incontrato nel corso della visita.
A tal proposito si potranno inserire delle visite guidate eventualmente condotte da opportuni Avatar anche scelti a seconda delle caratteristiche dall'utente.
L'avatar è un elemento completo di A.I. e di tutta l'esperienza cognitiva necessaria a guidare gli U.V. e rispondere alle loro domande.
La visita potrà comunque essere libera e l'avatar potrà essere interpellato qualora si ritenesse necessario il suo apporto o in quei casi ove l'U.V. volesse intraprendere un tipo di visita guidata/tematica seguendo un percorso personalizzato o comunque cablato da sistema.
L'U.V. avrà a disposizione una potente funzione di ricerca libera o aiutata dall'avatar per individuare facilmente e nel più breve tempo possibile, elementi di interesse personale

Per quanto riguarda le funzionalità lato U.C. il sistema permetterà il popolamento degli elementi grafici sia statici che animati, sia 2d che 3D in modalità assolutamente User Friendly.
I contenuti potranno essere uploadati all'interno della piattaforma e quindi fruibili nel museo virtuale, in tutte le rappresentazioni implementate per il progetto in parola.

La piattaforma include un Editor Multifunzione che permette la rielaborazione dei contenuti atti a essere rappresentati all'interno del museo virtuale, l'integrazione con gli ambienti di fruizione, l'associazione di funzionalità interattive, la condivisione di elementi con altri U.C., l'anteprima wysiwyg con grafica renderizzata real-time dei propri oggetti e del proprio spazio espositivo.

Ognuno degli elementi sarà localizzato all'interno di uno spazio virtuale (non fisicamente limitato) dedicato al singolo creatore e verrà rappresentato nell'ambiente realistico immersivo nella maniera più confacente ai desideri dell'artista o del creatore.

Si potranno inserire contenuti a titolo esemplificativo, dei seguenti tipi:

- Video
- Immagini
- Oggetti 2D/3D
- Animazioni
- Audio

La piattaforma potrà riconoscere i formati più diffusi per i vari contenuti.
Ogni elemento potrà essere integrato con funzionalità interattive associate a elementi multimediali.

Si procederà alla prototipazione di un dimostratore che risalti le funzionalità della piattaforma in oggetto ed evidenzi le funzionalità innovative che la contraddistinguono.
Verrà prodotto un prototipo di applicazione Client Web Based che permetta agli User creator di realizzare un completo ambiente virtuale ove collocare contributi di tipo museale.

Il sistema permetterà la composizione di un ambiente personalizzato in diverse forme e parametri quali a titolo d'esempio: il numero delle stanze, la grandezza, le pareti, le texture, i materiali, gli oggetti infrastrutturali come tavoli, cornici, luci, ecc..
Una Sistema Autore altamente User Friendly permetterà ai creatori di realizzare oggetti 3D a partire da contributi grafici di base, quali immagini, video, audio.
Un sistema di gestione di pubblicazione permetterà allo User Creator di pubblicare OnLine il suo ambiente e renderlo fruibili agli utenti visitatori.
L'ambiente creato potrà essere popolato da utenti diversi a seconda della loro profilazione d'ingresso, gli stessi potranno condividere contenuti, manipolarne le proprietà, definire le interazioni ecc…
Un particolare modulo messo a disposizione degli U.C. permetterà l'implementazione dell'esperienza cognitiva dell'avatar virtuale che guiderà i visitatori alla fruizione dei beni culturali presenti all'interno del Museo Virtuale.
I contributi potranno essere raggruppati a livello tematico e realizzate così delle visite guidate che l'avatar virtuale potrà presentare agli U.V.

Att.5.3 Studio e sviluppo di una piattaforma adattiva per l'erogazione geolocalizzata di contenuti e applicazioni interattive multicanale anche fruibili in mobilità (M3S Application)..
Il sistema proposto permette la realizzazione di una piattaforma di erogazione contenuti in modalità Multicanale, attivando la messa in onda dei contenuti in base a principi di georeferenziazione real-time.

In pratica si può costituire una redazione centralizzata in grado di popolare l'intero sistema, realizzando contenuti, palinsesti e applicazioni interattive che possano essere attivate a seconda del luogo di fruizione.

L'innovazione del sistema risiede nell'engine di erogazione di flussi in modalità M3S (Multi-Schedule Simulcasting System), il sistema centrale infatti è in grado di erogare in multicasting un numero variabile di palinsesti (Flusso Video e Applicazioni interattive) che possono essere attivati in maniera sincrona in dipendenza della georeferenziazione attivata lato client.

Le applicazioni e i flussi video erogati in mobilità, seguiranno un palinsesto definito a monte e ogniqualvolta il sistema di geolocalizzazione integrato alle postazioni client, individuerà un GeoKeyPoint, scatenerà il passaggio al palinsesto coerente con la zona geografica in cui ci si trova.

Il sistema può essere integrato da meccanismi di rivelazione automatica del contenuto multimediale da presentare.
La postazione Client può essere dotata di sistemi di Cam Recording in grado di riconoscere un oggetto tramite pattern recognition e presentare una scheda tecnica o contenuto equipollente che riguardi il contenuto riconosciuto.

Le applicazioni interattive presenti possono essere integrate con sistemi di augmented reality con le quali permettere agli utenti di interagire con il mondo reale ed unire i contributi virtuali con quelli del mondo circostante.

Att.5.4 Tecnologie avanzate per la creazione dei contenuti
L'attività di ricerca si occuperà di individuare le soluzioni e le tecnologie necessarie allo sviluppo di un sistema di fruizione virtuale di un insieme di fotografie (o video) digitali relative ad un sito di

interesse storico/culturale (sito archeologico, museo, ecc.) simile a Google Street View. In una prima fase verranno analizzati e valutati le varie soluzioni algoritmiche esistenti nell'ambito della ricostruzione tridimensionale di scene, sia indoor che outdoor, a partire da un insieme di immagini (non necessariamente geo-referenziate). Si terrà già conto in questa fase delle peculiarità specifiche del relativo contesto applicativo (beni culturali).
A seguire saranno sviluppati algoritmi originali nell'ambito della Computer Vision, orientati alla fruizione dei beni culturali (es. visita virtuale di un museo). Le soluzioni scelte dovranno essere in grado di creare il modello tridimensionale della scena a partire da un'insieme di immagini (image-based modelling) attraverso una stima robuta della la posa e dei relativi parametri della foto/video camera utilizzata. A tal fine si farà uso di appositi algoritmi di estrazione di feature, di calibrazione e di allineamento.
Si prevede di fare uso, ove ciò risulti utile di ulteriori informazioni provenienti da un insieme di sensori (GPS, giroscopi, accelerometri) che saranno opportunamente integrati nel sistema di ricostruzione.
Per migliorare la gradevolezza della navigazione della ricostruzione effettuata, il sistema proposto dovrà inoltre essere in grado di sintetizzare nuove viste a partire da un insieme di foto (image-based rendering).
La ricostruzione tridimensionale avrà infine bisogno di un apposito programma per la sua fruizione (viewer); si valuteranno vantaggi e svantaggi relativi all'utilizzo di visualizzatori già esistenti. Infine sarà inserito nel sistema la possibilità di inglobare delle annotazioni contestuali in grado di migliorare sensibilmente l'esperienza al visitatore virtuale che fruirà dell'output di tutto il processo.
Una seconda linea di ricerca dell'attività è rivolta verso lo studsio di sistemi embedded per l'alanisi di flussi video. L'attività di monitoraggio sarà incentrata sulla progettazione e l'ideazione di sistemi embedded per la computer vision, ovvero soluzioni hardware combinate ad applicazioni software che riescano a gestire flussi video, ed estrarne informazioni. Si tratta di attività che includono analisi funzionali, seguite da analisi tecniche, focalizzate su tutti le possibili modalità di virtualizzazione di un sito di interesse culturale. Obiettivo di tale attività è quello di individuare delle metodologie implementative al fine di, mediante l'uso combinato di più sensori video, abbinato all'utilizzo di sensori di georeferenziazione, assolvere al compito di virtualizzare l'ispezione di un dato sito di interesse culturale. Le analisi hanno l'obiettivo di condurre ad un progetto per la realizzazione di dispositivi dati dalla combinazione di parte ottiche, elettroniche e meccaniche che riescano in modo indipendente a muoversi all'interno di uno scenario e ricostruirlo permettendo la navigazione virtuale in esso.

Att.5.5 Nuove tecnologie indossabili per la fruizione in Realtà Aumentata

In questa attività si vuole intervenire nel contesto della fruizione e valorizzazione dei beni culturali, studiando un sistema integrato moderno e tecnologicamente innovativo, basato sulle tecnologie della **realtà aumentata AR** in grado di:

- presentare contenuti multimediali-ipertestuali attraverso dispositivi palmari o "indossabili", in modalità interattiva e personalizzata in funzione delle esigenze del singolo utente;
- presentare contenuti inerenti ad un determinato sito ad utenti che possono fruire di sessioni di visita immersiva-interattiva;
- fornire in tutti i casi precedentemente descritti informazioni e contenuti di approfondimento specifico di vario genere in opportuno formato, generato da un apposito sistema di gestione di contenuti grazie a studi sui modelli di dato e di informazione gestibili in modo ottimale via rete o attraverso i dispositivi palmari.

Tutto ciò affinché il pubblico possa sia fruire visivamente in modo ricco ed accattivante, sia comprendere e apprendere il valore, il significato, la testimonianza di storia e cultura che un determinato sito o bene rappresenta, ed al tempo stesso, possa approfondire le conoscenze relative sia, in senso stretto, ai singoli oggetti, sia al loro contesto storico, artistico, culturale.

Sulla base delle indicazioni dell'Istituto delle Percezioni Cognitive del CNR, mentre si trova in un sito archeologico il "turista standard" ha bisogno che almeno le seguenti esigenze primarie siano soddisfatte:

- Deve sentirsi il più possibile libero di muoversi;
- Non deve imparare nulla sull'utilizzo di attrezzature necessarie alla sua visita, dunque non deve essere uno specialista nell'utilizzo di tecnologie: le deve semplicemente usare nel modo più naturale possibile;
- L'interazione con eventuali attrezzature deve essere limitata ai movimenti naturali;
- L'architettura del sistema deve soddisfarlo in termini di velocità di trasmissione per i contenuti richiesti.

In considerazione di ciò, il sistema proposto si basa su studi riguardanti i più moderni sviluppi delle tecnologie ICT dell'informazione e della comunicazione, l'impiego di dispositivi portatili ergonomici e "indossabili", il ricorso alla realtà aumentata che, come si è detto, rappresenta oggi la frontiera più avanzata dei sistemi interattivi basati sulle immagini.

L'obiettivo è superare, la distanza temporale che separa il visitatore del sito archeologico così come attualmente si presenta, da come lo stesso sito appariva quando era in uso e le strutture erano integre, dando la possibilità di passare, durante la stessa visita, da ciò che vede realmente a ciò che viene ricostruito virtualmente consentendogli di tornare indietro nei secoli.

Att.5.6 Sistemi innovativi immersivi per la fruizione dei BC in regime real time

Obiettivo dell'attività è quello di definire un framework che consenta sia la creazione di scenari 3D che una loro fruizione in modalità immersiva, mediante lo studio e la definizione di un'architettura hardware software di tipo modulare e scalabile. Il framework dovrà consentire la creazione di scenari 3D per fruizione, di contenuti inerenti i beni culturali, sia in modalità **real time (RT)**, che **offline** (come ad esempio il caricamento di sequenze di immagini ad altissimo fotorealismo). Si studieranno le architetture ed i protocolli idonei ad una fruizione RT anche in modalità distribuita (puntando alla definizione di architetture software di tipo **Serious Game**), consentendo la partecipazione a tale fruizione anche ad utenti remoti, attraverso l'adozione di opportuni avatar. Si definirà l'architettura adibita alla parte di **editing del framework**, che consentirà oltre alla composizione di scenari 3D, anche all'assegnazione di animazioni ai vari componenti, sia attraverso al definizione di opportuni path, sia a seguito di un'acquisizione diretta di dati, come quelle fornite da dispositivi di tracciamento e/o da piattaforme meccaniche di movimentazione. Si studieranno ed individueranno le tipologie di dispositivi utilizzabili in tale architetture e si definiranno le modalità di integrazione. Si studieranno e si definiranno le architetture hw/sw di fruizione dei contenuti indicati, al fine di renderle scalabili in termini di complessità e di immersività (Ad esempio si definiranno modalità di fruizione **mono** su singola workstation e modalità di fruizione **stereo** all'interno di un centro di realtà virtuale in differenti configurazioni : dal CADWALL al CAVE).
Si definiranno politiche dia fruizione attraverso l'uso di dispositivi di navigazione RT ed dispositivi di tracciamento a basso costo (come ad esempio i dispositivi di tracciamento di console di videogame).

Att.5.7 Un Sistema innovativo per la fruizione immersiva dei BC in modalità off-line in ambienti multichannel

Un luogo in cui si è completamente immersi in un modo virtuale simulato. Una tecnologia che consente di progettare completamente un prodotto senza passare da prototipi fisici reali. Un luogo "magico" in cui il passato e la storia possono rivivere nel loro splendore originale. Uno spazio in cui la multimedialità e la multisensorialità, sono concetti spinti al limite delle attuali possibilità tecnologiche.

Tante sono le definizioni per un Centro di Realtà Virtuale, poiché infinite sono le sue potenzialità di utilizzo nei diversi settori dell'ingegneria e della progettazione, della fisica, della matematica applicata, della meteorologia e studio del territorio, del design e dell'ergonomia, dell'intrattenimento educativo, dei Beni Culturali, dell'astronomia e tanti altri.
L'attività mira a sviluppare, validare e testare, un sistema innovativo per la fruizione immersiva e stereoscopica di contenuti tridimensionali off-line in modalità real-time" fruiti da sistemi di visualizzazione tridimensionale, perseguendo i seguenti obiettivi:

- Sviluppo di algoritmi di rendering stereoscopico off-line distribuito su render farm o cluster di calcolo;
- Metodologie per la gestione e l'ottimizzazione di sistemi d'illuminazione 3D off- line;
- Analisi delle problematiche relative alla risoluzione ed alla definizione di bump material 3D off-line su sequenze stereoscopiche
- Metodologie per il posizionamento e l'orientamento di telecamere virtuali off-line nella creazione di sequenze fruite in real-time ed in stereoscopia su piattaforme multi-screen;
- Metodologie per la creazione di path animate complesse relative alla posizione del fruitore in ambienti dediti alla visualizzazione real-time e multi-screen;
- Metodologie per la visualizzazione stereoscopica multi-screen e per il calcolo distribuito di effetti tridimensionali particellari o dinamici;
- Analisi delle complessità computazionali di algoritmi di compositing elementi 2d o 3D (effetti, testi, ecc) in sw di modellazione e animazione tridimensionale off-line;
- Metodologie per l'ottimizzazione di scene HD off-line fruite in tempo reale su piattaforme multi-screen;
- Sviluppo di un dimostratore del sistema per sistemi di visualizzazione stereoscopica multiscreen.

Una specifica fase dell'attività mira alla miniaturizzazione di componenti di un Virtual Reality Centre. Il raggiungimento di tale obiettivo consentirà di realizzare sistemi trasportabili per la fruizione immersiva.
In questa fase sarà sviluppate e realizzata l'integrazione del sistema ENEA-GRID con il teatro virtuale del CETMA per la visualizzazione di grandi modelli relativi a BC. L'integrazione comporterà uno sviluppo sia in termini di infrastrutture di rete che di sistemi di calcolo. Inoltre saranno sviluppati e realizzati dei sistemi portatili per la fruizione off-line dei contenuti realizzati.

Att.5.8 Sistema display olografico e proiezione su schermo per visualizzazione di dati 3D o olografici

Lo sviluppo di un sistema di display olografico per la visualizzazione di oggetti 3D può trovare applicazione nell'ambito della fruizione dei beni culturali. La tecnica olografica, già ampiamente usata come sistema per la diagnostica ottica non distruttiva, può infatti essere sfruttata per proiettare immagini di opere tridimensionali su mega-schermi od anche pareti di edifici, come già avviene per la proiezioni di quadri sulle facciate di palazzi e/o musei. Il set-up che si intende utilizzare per l'acquisizione e la visualizzazione degli ologrammi di oggetti 3D è rappresentato in figura. Nella fase di acquisizione verrà utilizzata una sorgente nel lontano infrarosso (laser $C0_2$ con lunghezza d'onda è pari a 10.6 micron), mentre, per la proiezione, sarà usato un laser nel visibile la cui lunghezza d'onda è circa venti volte minore di quella usata nel processo di registrazione degli ologrammi. L'utilizzo di una sorgente nella regione spettrale dell'infrarosso, insieme al basso valore delle dimensioni del pixel della termo- camera (25 micron) che verrà utilizzata nel processo di acquisizione, permetterà di registrare ologrammi di oggetti di grandi dimensioni a ridotte distanze tra oggetto e termo-camera (circa 4 volte minori rispetto a quelle necessarie per l'acquisizione con sorgenti nel visibile, a parità di dimensioni dell'oggetto). La realizzazione di un sistema integrato,

come quello descritto in figura, permetterà un imaging quasi in tempo reale nel visibile di ologrammi registrati usando una sorgente nell' infrarosso. In questo modo sarà possibile ottenere un feedback immediato che consentirà di ottimizzare i parametri del processo di acquisizione. Se necessario, i dati acquisiti potranno essere processati prima di essere inviati allo SLM per ottimizzare la resa in termini di contrasto, rapporto segnale-rumore, etc. Per l'elaborazione degli ologrammi acquisiti dovranno essere sviluppati nuovi algoritmi o adattati algoritmi preesistenti, già sfruttati per l'elaborazione di immagini.
Verranno investigate due tecniche di riduzione del rumore di speckle: Independent Component Analysis (ICA) e Bidimensional Empirical Mode Decomposition (BEMD). ICA calcola una trasformazione lineare di una distribuzione multidimensionale che minimizza la dipendenza statistica tra le componenti. E' una estensione alla classica Principal Component Analysis in cui la base non necessita di essere costituita da vettori ortonormali. Verranno valutate le versioni di ICA per trasformazioni kernel non-lineare (Kernel-ICA). La tecnica BEMD che si propone di studiare per la riduzione del rumore, è basata sulla decomposizione dell'immagine di partenza in un insieme finito di sottoimmagini rappresentate da contenuto di oscillazioni in alta e bassa frequenza, denominato mode. Il processo assegna informazione di alta frequenza alle prime mode, al fine di poter discriminare il rumore di speckle dall'informazione del segnale voluto che è contenuto nelle mode rimanenti. Il metodo è completamente adattivo e guidato dal dato di input rendendolo indipendente qualsiasi impostazione manuale o scelta a priori delle funzioni di analisi.

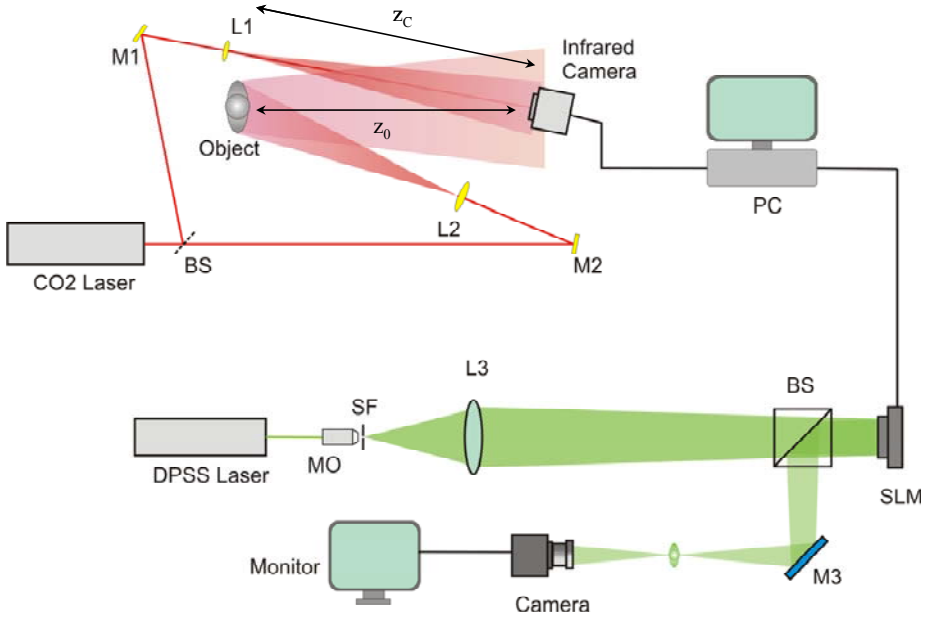

Figura 4 - schema del sistema

Att.5.9 Studio e progettazione di un canale a circuito chiuso GLART-TV per la fruizione turistica dei BC in funzione dei luoghi di accesso

GLART-TV (Geo Local Art TV) si propone come il prodotto migliore per la promulgazione di informazioni/contenuti multimediali gestiti attraverso un Centro Servizi e con la possibilità di erogazione degli stessi a postazioni Target dislocate nel territorio.

I contenuti possono essere distribuiti veicolando il target di destinazione sia in funzione della piattaforma di destinazione sia in funzione della localizzazione della stessa.
Il Centro Servizi potrà gestire le diverse postazioni target in modo tale che le stesse possano acquisire contenuti diversi a seconda delle rispettive esigenze.

Di seguito le feature di base di GLART-TV:

- Layout Modulabile
- Palinsesto per la gestione dei contenuti multimediali:
- Video (anche in modalità Full-Screen)
- Audio
- Presentazioni animate
- Crawl gestibili in modalità playlist
- Aggiornamento Contenuti Real-Time

I servizi di promozione, informazione e divulgazione multimediale sono gestiti attraverso il sistema tecnologico Lato Server che permette al Centro Servizi di aggiornare i contenuti direttamente da Web e veicolarli verso le opportune postazioni client dislocate nel territorio.

Le postazioni Client possono erogare i contenuti sia in modalità palinsesto (passiva) che in modalità OnDemand i Client possono essere integrati con componenti applicative dedicate all'interattività ivi inclusi i necessari sistemi di Billing che permettano la realizzazione di sistemi di PayPerUse a servizio degli esercizi della filiera turistica.

Le modalità di funzionamento delle postazioni Client installate presso le location della Committenza possono essere configurate in vari modalità:

- Off-Line Based Update On Demand
- On-line Polling

Nella prima modalità (*Off-Line Based*) le postazioni devono essere connesse alla rete Internet solo per il tempo strettamente necessario all'aggiornamento dei dati presenti in locale.
Le modalità di aggiornamento possono essere personalizzate a seconda delle esigenze della committenza.
Possono essere implementati sistemi automatici e semi-automatici dove il coinvolgimento del personale responsabile del funzionamento delle postazioni Client venga coinvolto solo per attività brevi e di facile esecuzione.
L'aggiornamento può essere schedulato alla fine della giornata lavorativa, dove il personale dovrà disattivare le postazioni e in quel momento un'operazione automatizzata si connetterà alla rete Internet, acquisirà i nuovi dati, li aggiornerà opportunamente nell'applicazione in locale e poi spegnerà definitivamente la postazione che sarà così pronta per essere riattivata il giorno dopo, completa di aggiornamenti.

Si potranno anche seguire degli aggiornamenti On Demand, nel qual caso una news un video o altro contenuto sia stato aggiornato durante la giornata e si necessiti la visualizzazione immediata.

Nella seconda modalità (On-Line Polling) l'intervento del personale in loco è inesistente, l'applicazione infatti esegue un Check degli aggiornamenti in maniera periodica (Polling System) e scarica in automatico gli aggiornamenti eventualmente presenti Lato Server.
Questa modalità necessita di un collegamento alla rete Internet sempre presente.
Il modulo di aggiornamento scarica gli aggiornamenti in base allo scostamento rispetto ai dati presenti in locale, quindi se non ci sono aggiornamenti Lato Server non vengono scaricati dati di nessun tipo.

Att.5.10 Un Sistema software per la fruizione avanzata in modalità GIS dei BC presenti nel modello relazionale unificato

L’attività consiste nello studio e la ricerca di un modulo cartografico evoluto che possa fornire al progetto una rappresentazione dell'intero macro-processo di gestione tipico in cui il bene culturale viene coinvolto, facilmente navigabile e idoneo all'uso in condivisione fra diversi utenti che sono coinvolti nelle diverse fasi del macro-processo, nel senso che ciascun attore del processo dovrà poter georiferire i propri dati ai fini delle proprie elaborazioni ed allo stesso tempo, decidere la quota parte di informazioni da esporre per utilità pubblica e/o mirata alle specifiche collaborazioni interne ed istituzionali del mondo dei beni culturali.
Tale modulo, opportunamente progettato, potrà essere impiegato in ambito intranet e come sistema di front-end in ambito internet.
Definire una visione integrata e georeferenziata delle risorse metodologiche e tecnologiche dispiegabili in ogni fase del processo di gestione di un bene culturale costituirà il modo di condividere tale conoscenza secondo un paradigma innovativo che faciliti le correlazioni spazio temporali consentendo interrogazioni più evolute di quelle normalmente disponibili con le tradizionali tecniche legate ai database relazionali.
La fruizione avanzata di tool in ambito GIS dovrà consentire, in questo senso, una più veloce e rapida produzione cartografica dello stato di fatto del progetto e delle azioni in esso svolte, permettendo di conoscere puntualmente, in ogni istante, quali e quante azioni insistono su un dato edificio, reperto, manufatto o bene.
Operativamente, per poter presentare le cartografie che rispecchino lo stato di fatto si metteranno in relazione layer cartografici e tematici del territorio interessato con il layer delle osservazioni e delle informazioni memorizzate nel database relazionale unificato.
L’utilizzo di layer cartografici (quali ad esempio OpenGIS WFS) è abilitato dal fatto che molte categorie informative del database relazionale unificato saranno denotate da aspetti legati alla posizione dello spazio e nel tempo (cosa evidente nel caso dei reperti), ma l’approccio può essere esteso facilmente anche ai dati di contesto, pertanto, adottando meccanismi standard di gestione dei dati spaziali è possibile integrare agevolmente strumenti di tipo GIS per successive elaborazioni, così come rendere tali dati accessibili anche con strumenti per il pubblico come, ad es., GoogleEarth, GoogleMaps, ecc. L’accesso sarà possibile usando gli standard WFS [WFS] e KML [KML].
Il geodatabase così realizzato restituirà un layer già pronto per la sua pubblicazione sul Web.
Il modulo infrastrutturale alla base della pubblicazione del geodatabase farà uso dei più recenti framework open source disponibili.
In tal senso, lo sviluppo di un dimostratore che consenta la fruizione del geodatabase, dovrà essere pienamente integrato e far uso delle tecnologie individuate e progettate in questa attività di ricerca.

OR6: Sviluppo dei dimostratori

L'obiettivo realizzativo 6 è dedicato allo sviluppo di dimostratori le cui rispettive attività di ricerca industriale sono state svolte negli obiettivi precedenti.
L'obiettivo prevede le seguenti fasi:

- Progettazione esecutiva dei singoli moduli
- Progettazione esecutiva delle integrazioni dei moduli nei rispettivi dimostratori
- Sviluppo dei dimostratori
- Test e Validazione

La progettazione esecutiva è diversificata a seconda della natura del dimostratore. In linea di principio, essendo IT@CHA un progetto a stampo tecnologico, ogni dimostratore si può presentare secondo le seguenti forme:

- Dimostratore Software
- Dimostratore Hardware
- Dimostratore con componenti SW ed HW

Nel primo caso per progettazione esecutiva si intende tutta la documentazione organizzata secondo uno standard o uso (es. standard UML, progetto funzionale, EXtreme programming, etc) volta a documentare ogni singola scelta. Tra i documenti principali nella progettazione esecutiva dei sw figurano sicuramente:

- Specifica tecnica dei requisiti
- Analisi funzionale e Data Flow Diagram
- Use-Case diagram
- Activity Diagram
- Class-Diagram
- Modelli relazionali (ER ed EER)
- Prototipi di interfaccia
- Progetto esecutivo della componente di rete comprensivo dei protocolli applicativi (networking)

Nel caso di componeti HW la documentazione principale di progettazione esecutiva è fortemente legata alla tipologia di hw, es:
Meccatronica:

- Disegni CAD
- Programmi CAM
- Dimensionamento motori, motoriduttori ed attuatori
- Progettazione esecutiva della sensoristica
- Progetto esecutivo del sw di basso livello

Elettronica

- Progettazione delle schede
- Distinta base componenti per scheda
- Sstemi embedded e modalità di integrazione
- sensoristica

Molti dimostratori previsti nel progetto IT@CHA contemplano entrambe le componenti hw e sw, la documentazione esecutiva contiene in questo caso anche le specifiche di integrazione tra le due parti. In questo particolare ambito un forte ruolo è giocato dai protocolli applicativi che devono essere progettati su ogni livello.

N OR	Titolo OR	Attività	Titolo	RI/SS	Partner Responsabile	Partner coinvolti	Risultato Attività	localizzazione
OR 6	**Sviluppo dei dimostratori**	A 6.1	Sviluppo del dimostratore di sistema per la fusione di dati diagnostici spazialmente risolti	SS	CETMA	INO-CNR	prototipo	Brindisi
		A 6.2	Sviluppo di un dimostratore per l'analisi dei pigmenti	SS	CNR - INO		prototipo	Lecce
		A 6.3	Sviluppo del dimostratore di un sistema laser per la scansione a colori	SS	ENEA		prototipo	Brindisi, Frascati
		A 6.4	Sviluppo del dimostratore di un sistema per metrologia subacquea operante su piccola/media scala	SS	ENEA	AGEOTEC	prototipo	Brindisi, Frascati
		A 6.5	Sviluppo del dimostratore di microscopio portatile multispettrale per misure di fluorescenza UV-VIS	SS	CNR - INO		prototipo	Lecce
		A 6.6	Sviluppo dei dimostratori relativi ai sistemi per l'analisi elementale	SS	UNISAL		prototipo	Brindisi, Lecce
		A 6.7	Sviluppo del dimostratore del sistema: LDI-MS	SS	DIPIETRO G.		prototipo	Catania
		A 6.8	Sviluppo del dimostratore del sistema per la valutazione automatica dell'autenticità dell'opera	SS	UNIPA	Unical	prototipo	Palermo, Cosenza
		A 6.9	Sviluppo del dimostratore del sistema display olografico e proiezione su schermo per visualizzazione di dati 3D o olografici	SS	CNR - INO		prototipo	Napoli, Lecce
		A 6.10	Sviluppo del dimostratore AUV	SS	AGEOTEC	ENEA	prototipo	Trapani
		A 6.11	Sviluppo del centro per il mantenimento dei dati	SS	ENEA (PORT/BOL)	INFOBYTE@, C&I	prototipo	Portici/Bologna,Bari
		A 6.12	Sviluppo del prototipo di piattaforma di fruizione mobile adattiva e multicanale (M3S Application)	SS	INFOBYTE@	CETMA, TERIN,C&I	prototipo	Brindisi
		A 6.13	Sviluppo di un dimostratore di sistema indossabile per la fruizione in AR	SS	INFOBYTE@		prototipo	Bari
		A 6.14	Sviluppo di un dimostratore per la fruizione virtuale in modalità "Steet View"	SS	TECHLABW WORKS		prototipo	Catania
		A 6.15	Realizzazione del dimostratore sulle tematiche relative all'OR3	SS	Caccavo	CETMA, UNISAL, SIPRE, CNR	prototipo	Napoli, Lecce
		A 6.16	Sviluppo del prototipo di GLART-TV	SS	QuadraTV	Infobyte@	prototipo	Bari
		A 6.17	Sviluppo di un dimostratore per la fruizione dei BB.CC. in modalità GIS avanzata	SS	C&I		prototipo	Cosenza

Descrizione delle attività dell'OR6:

Att. 6.1 Sviluppo del dimostratore di sistema per la fusione di dati diagnostici spazialmente risolti

A valle delle attività di ricerca previste in A2.1 in cui si è lavorato esclusivamente sugli algoritmi di fusione dei dati, si procederà in questa attività a sviluppare un sw o una suite di sw in ci si implementeranno gli algoritmi. L'ambiente di sviluppo si baserà su librerie dedicate come VTK o FLTK. Altri ambienti potrebbero essere IDL, linguaggio specificatamente creato per essere efficiente laddove intervengono elaborazioni matriciali e vettoriali. Una caratteristica del sw sarà quella di generare plotting di dati in formati tipici da cantiere (CAD) con piani di taglio e viste non solo sui dati grezzi ma anche sui risultati delle operazioni di fusione.

Att. 6.2 Sviluppo di un dimostratore per l'analisi dei pigmenti

Sviluppo di software per l'elaborazione di dati multispettrali che prevede una fase di estrazione di feature (puntuale e spaziale) e classificazione non supervisionata per l'emersione dei cluster. L'attività riguarda la pura implementazione a fronte dello studio teorico condotto nell'OR2, attività 2.3. Attività di sviluppo software che verrà interamente sviluppata in proprio.
Le problematiche in fase di sviluppo che possono emergere da tale attività sono legate alla complessità computazionale degli algoritmi studiati che sono oggetto di implementazione. In particolare, sulla base dei requisiti che emergeranno in fase progettuale, si potrà introdurre una specializzazione di alcune parti su Graphic Processing Unit (GPU).
Il risultato sarà cosituito da una libreria software per la segmentazione di dati multi-spettrali.

Att. 6.3 Sviluppo del dimostratore di un sistema laser per la scansione a colori

In questo tipo di attività, l'Enea di Frascati ha già un forte bagaglio di esperienze. Si procederà allo sviluppo di un prototipo in grado di dimostrare la fattibilità della realizzazione di un radar in grado di ottenere una nuvola di punti policroma a valle di un processo di scansione. La parte di RI è stata affrontata nell'OR2 ed in particolare nell'attività 2.4, in cui è stato proposto di affrontare e risolvere tutte le problematiche del trasporto in fibra, ed elettro/ottiche del sistema. In questa fase si produrranno le specifiche di dettaglio, gli schemi elettrici ed ottici, i disegni CAD del contenitore della testa ottica di scansione. Sarà oggetto di questa attività anche la progettazione esecutiva e lo sviluppo del sw di controllo della macchina e del software di postprocessing dell nuvole laser.

Att. 6.4 Sviluppo del dimostratore di un sistema per metrologia subacquea operante su piccola/media scala

Sulla esperienza del partner responsabile valgono le osservazioni dell'attività precedente. In questa attività si procederà allo sviluppo di un prototipo di radar subacqueo anche nella definizione delle specifiche di integrazione con un vettore trasportante che potrebbe essere il sistema AUV proposto da AGEOTEC. Una fase cruciale sarà costituita dalle azioni volte alla miniaturizzazione e minimizzazione dei componenti (Design For Assembly - DFA, Design For Manufactoring DFM).

Att. 6.5 Sviluppo del dimostratore di microscopio portatile multispettrale per misure di fluorescenza UV-VIS

La presente attività si propone la realizzazione del dimostratore di uno strumento diagnostico portatile per l'analisi *in situ* di oggetti di interesse storico-artistico, basato sullo studio della microscopia di fluorescenza ultravioletta e luminescenza (UV-VIS) multispettrale descritto all'OR 2, attività 2.6. Lo strumento che si intende sviluppare è un microscopio per l'analisi multispettrale della radiazione emessa per fluorescenza da piccole aree (dell'ordine del millimetro quadrato) per il riconoscimento dei materiali impiegati dall'artista e per lo studio del grado di invecchiamento e della tecnica esecutiva. Verrà perciò utilizzato un filtro LCD tunabile per l'analisi in bande spettrali sufficientemente strette da consentire la ricostruzione degli spettri di emissione caratteristici della maggior parte dei materiali pittorici. Il dispositivo sarà dotato di un sistema di illuminazione a LED in quanto questo tipo di sorgente non ha emissione nel visibile, evitando così l'utilizzo di filtri per selezionare le lunghezze caratteristiche dell'emissione di fluorescenza, e consente la sincronizzazione con il rivelatore, permettendo sia l'acquisizione di immagini in ambienti non oscurati sia la diminuzione del tempo di esposizione dell'opera alla radiazione UV.
Lo sviluppo del microscopio prevede le seguenti azioni: definizione delle specifiche dell'apparato di misura, progettazione del dispositivo, assemblaggio dei componenti, implementazione di un software di acquisizione del set di immagini monocromatiche, caratterizzazione dello strumento, realizzazione di un software di registrazione e di analisi delle immagini acquisite. Il dimostratore sarà alla fine validato con misure in laboratorio e in campo eseguite da INO e ISTM. In laboratorio si confronteranno le prestazioni del microscopio con sistemi di spettrometria commerciali, in possesso di ISTM, ed in campo si studieranno opere messe a disposizione da istituzioni di tutela e di conservazione nazionali, e in particolare dall'Opificio delle Pietre Dure.

Att. 6.6 Sviluppo dei dimostratori relativi ai sistemi per l'analisi elementale

La concretizzazione delle attività di ricerca industriale 2.7 e 2.9 in termini di prototipi viene affrontata in questa attività.
Per quanto riguarda il sistema integrato per l'analisi della composizione isotopica di matrici organiche complesse lo sviluppo sperimentale verterà sulla integrazione del sistema per il trattamento e la combustione on-line dei campioni organici, del sistema di analisi elementare e della sorgente a catodo gassoso, da interfacciare al sistema di iniezione dell'acceleratore a mezzo di un analizzatore elettrostatico ad elettrodi mobili. Tale integrazione comporterà l'installazione dei diversi strumenti e l'implementazione del sistema ultrapulito per il trasferimento dell'anidride carbonica. La fase di sviluppo sperimentale comporterà anche la definizione delle condizioni ottimali di funzionamento dell'apparato con riferimento alle temperature di esercizio del sistema di combustione, dei flussi di anidride carbonica e delle condizioni operative ottimali della sorgente ionica interfacciata all'acceleratore in termini di corrente ionica ottenuta e caratteristiche fisiche del fascio prodotto. La fase di sviluppo sperimentale comporterà quindi la verifica della piena funzionalità del sistema con riferimento, in particolare, alla sue performance in termini di massa dei campioni, fondo delle misure, precisione ed accuratezza delle determinazioni sperimentali. La fase di sviluppo sperimentale sarà quindi completata tramite il trattamento e la misura di campioni

di riferimento a contenuto noto di radiocarbonio, fornito da enti internazionali di normazione quali la IAEA (International Atomic Energy Agency).
Sul fronte del sistema per analisi multi tecnica per la diagnostica non distruttiva dei beni culturali, lo sviluppo strumentale verterà sulla verifica della rispondenza della diverse componenti il sistema alle specifiche di progetto e quindi alla loro integrazione e montaggio nel sistema integrato multitecnica. Verranno quindi installate le sorgenti di eccitazione ovvero il sistema di generazione della radiazione X, il sistema di generazione delle particelle cariche ed il laser per la spettroscopia raman. Si procederà quindi all'installazione dei sistemi di rivelazione, del sistema di movimentazione micrometrica dei campioni e del sistema integrato di acquisizione dei dati. Si procederà quindi alla verifica funzionale del sistema e della rispondenza del prototipo alle specifiche di progetto in termini di ingombro e performance analitiche. Si procederà quindi alla fase di test dello strumento tramite l'analisi di diverse classi di materiali, definendo le condizioni operative e sperimentali ottimali e stimando la sensibilità ed accuratezza dello strumento.

Att. 6.7 Sviluppo del dimostratore del sistema: LDI-MS
Sulla base delle attività descritte in A 2.8 si procederà allo sviluppo di dimostratore di un sistema trasportabile di analisi organica basata su spettrometria di massa operante a pressione atmosferica. Verranno realizzati e messi a punto dei sistemi di posizionamento della sorgente ionica e dell'analizzatore ionico che possano consentire un'analisi diretta di un oggetto di dimensioni reali. Verranno ottimizzati tutti i parametri che possano consentire una migliorata trasportabilità del dimostratore ed un più efficace ed accurato posizionamento del dimostratore. Verranno valutate le performance del dimostratore nella sua utilizzabilità sul campo e si studieranno ed ottimizzeranno tutti quegli aspetti che possano condurre ad un miglioramento della risoluzione laterale con cui questo sarà in grado di analizzare le superficie d'interesse

Att. 6.8 Sviluppo del dimostratore del sistema per la valutazione automatica dell'autenticità dell'opera
Nell'att. 2.11 si è proposto di individuare strategie di identificazione dell'autenticità basandosi su tecnologie sw. In questa attività si procederà alla progettazione esecutiva, allo sviluppo e al'integrazione di un prototipo sw che implementa le strategie tracciate nell'attività di ricerca. Il sistema si concentrerà sulle opere policrome su tela. In fase di sperimentazione, si cercherà di definire un strategia volta alla generalizzazione dell'approccio anche su BC di diversa natura.
Nella medesima attività il contributo dell'Unical sarà rintracciabile nel dimostratore relativo alle metodiche di accertamento delle provenienze dei materiali costituenti il manufatto.

Att. 6.9 Sviluppo del dimostratore del sistema display olografico e proiezione su schermo per visualizzazione di dati 3D o olografici
Per ottenere il dimostratore di un sistema di display olografico per visualizzazione di dati olografici si sfrutteranno i risultati ottenuti nell'attività 5.8. Il sistema ivi descritto sarà costituito da due parti, una per l'acquisizione degli ologrammi di oggetti 3D, mentre l'altra per la visualizzazione e il display su schermo.
Nell'attività 5.8 la realizzazione di un set-up integrato risulterà di notevole utilità, in quanto, la visualizzazione in tempo reale di ologrammi registrati usando una sorgente nell' infrarosso permetterà di ottenere un feedback immediato, che consentirà di ottimizzare i parametri del processo di acquisizione.
A conclusione dell'attività 5.8 si potrà stabilire la configurazione ottimale per la registrazione degli ologrammi e, al contempo, anche i parametri del processo di display verranno ottimizzati.
Su queste basi, sarà dunque possibile costruire un dimostratore del sistema di display olografico, che, ovviamente, sarà costituito soltanto dal set-up per la visualizzazione. Tale dimostratore sarà

compatto e facilmente trasportabile, infatti, non essendo costituito da un interferometro, risulterà insensibile a vibrazioni e sollecitazioni esterne.

Att. 6.10 Sviluppo del dimostratore AUV

In questa attività si procederà allo sviluppo del prototipo AUV le cui problematiche di ricerca sono state affrontate nell'attività 4.4. In linea di massima il sistema è costituito dall'assemblaggio di diverse componenti, le principali sono: scocca, sistema di propulsione, compiuter di bordo, sistemi aggiunti (a)GPS in differenziale che determina con precisione centimetrica la propria posizione nel momento in cui il veicolo, lanciato dalla postazione di appoggio (normalmente un mezzo navale), naviga e fa il punto nave in superficie. b) INS acronimo inglese di piattaforma di navigazione inerziale, dotata di accelerometri lineari ed angolari in fibra ottica per la determinazione del proprio moto; c) DVL acronimo inglese di misuratore di tipo doppler della velocità e direzione rispetto al fondo per la determinazione della rotta e delle derive dovute prevalentemente al fattore corrente, d) Gyro in fibra ottica per la determinazione della direzione del mezzo rispetto al Nord geografico).
Nello sviluppo di un AUV si deve innanzitutto tenere conto del dimensionamento del veicolo e della portata in termini di carico utile, è necessario quindi partire dalla quantificazione, in ingombro e peso, della strumentazione da alloggiare a bordo e dalla profondità da raggiungere.
Il sistema proposto in IT@CHA, per una copertura adeguata, dovrà raggiungere ed essere operativo alla profondità di 3.000Mt. Lo sviluppo del software di gestione è al primo punto delle problematiche inerenti al progetto, non esiste una tecnologia disponibile che, grazie ai dati ricevuti da strumentazioni e sensori installati, è in grado in grado di apportare, in tempo reale, variazioni temporanee di rotta in modo da evitare eventuali ostacoli non conosciuti all'atto della pianificazione della missione. L'apporto innovativo del veicolo, in riferimento all'attuale stato dell'arte, è lo sviluppo di una stazione di ricarica / parcheggio, da adesso in poi nominata RDPS (Recharge Download Parking Station) alla quale l'AUV si aggancerebbe per:

- Recharge= Ricarica belle batterie, infatti il limite di durata di una missione è dato dall'autonomia del gruppo batterie che alimenta sia la propulsione che i servizi (strumentazione e sensori) di bordo, questo significherebbe un notevole incremento di efficienza del sistema ed eviterebbe i tempi morti di risalita , recupero e susseguente discesa.
- Download= Scarico dei dati raccolti durante la missione ad integrazione e controllo di quanto trasmesso "on line" durante il survey attraverso il modem acustico subacqueo.
- Parking= I fenomeni metereologici, su certi mari, possono variare repentinamente e senza adeguato preavviso mettendo a rischio la strumentazione e soprattutto l'incolumità degli operatori durante le manovre di recupero a bordo del mezzo di supporto dell'AUV. L'RDPS è un sistema che è normalmente agganciato via cavo ombelicale alla nave in superficie ed attraverso tale cavo viaggiano dati ed alimentazione. Nel caso in cui, per quanto detto sopra, si ritenesse necessario per evitare danneggiamenti, abbandonare l'ombelicale, questo affonderebbe fino ad una quota di sicurezza (circa 30mt), punto di bilanciamento del peso negativo e di un galleggiante con spinta positiva. Al momento del recupero verrebbe gonfiato attraverso un comando acustico, un pallone galleggiante che riporterebbe in superficie l'ombelicale. Verrà inoltre predisposto un sistema di recupero meccanico di sicurezza (nel caso non dovesse funzionare il comando acustico) azionabile a mezzo di un piccolo ROV.

Una fase cruciale dell'attività è la progettazione esecutiva e lo sviluppo del sistema esperto che costituirà la base di intelligenza artificiale dell'AUV. Essendo un sistema autonomo, esso dovrà prendere delle decisioni nel corso della missione. Tale compito è affidato ad un sistema esperto, che utilizzerà come dati di input la sensoristica di bordo e come motore decisionale un sistema sviluppato ad hoc ed agganciato ad una base dati inferenziale locale, ovvero la base di conoscenza del sistema esperto.

Att. 6.11 Sviluppo del centro per il mantenimento dei dati

Utilizzando l'infrastruttura esistente ENEA-GRID disponibile nei vari data center si realizzerà una piattaforma conforme al modello unificato a supporto della gestione ed elaborazione dei dati provenienti dalle varie attività e fasi dell'analisi del Bene Culturale. L'integrazione con le varie applicazioni e servizi sviluppati nelle varie fasi del progetto terranno presente l'architettura SOA oggetto di studio. L'eterogeneità delle infrastrutture necessarie per lo sviluppo del centro di mantenimento dei dati e delle applicazioni provenienti dalle varie fasi di acquisizione, analisi, mantenimento del Bene Culturale richiedono oltre ad una capacità organizzativa notevole anche uno sviluppo di tecnologie software innovative.

La realizzazione all'interno di una infrastruttura GRID geograficamente distribuita ne garantirà l'affidabilità in termini di fault. I dati le applicazioni e i servizi possono essere replicati in altri data center per garantire efficienza anche in caso di fault di un sito oltre a distribuire il carico in termini di risorse di calcolo e banda. L'architettura sarà scalabile per fare fronte alla crescita delle esigenze di richiesta di servizi prevedendo l'aumento sia in termini di storage dei dati che di richieste di servizi come tempo di calcolo, rendering remoto, accesso all'informazione e quindi utilizzo di banda.

Att. 6.12 Sviluppo del prototipo di piattaforma di fruizione mobile adattiva e multicanale (M3S Application)

In questa attività si procederà allo sviluppo di un dimostratore che possa evidenziare tutte le funzionalità della piattaforma sia Lato Server che Lato Client.

Verrà prodotto un prototipo di applicazione Client funzionate su PC Stand-Alone collegato alla rete Internet e su questa implementate le funzionalità di switch di palinsesto in modalità OnDemand.

Il sistema di Gestione Palinsesti Lato Server permetterà la realizzazione Real-Time di Palinsesti e l'upload di applicazioni interattive relative ad uno specifico range di timeline, nonché tutte modifiche, aggiunte, cancellazioni ai contenuti presenti sui vari canali di erogazione flussi che potranno essere verificati sulla postazione client in real-time.

Si realizzeranno una serie di applicazioni interattive contestualizzate al contenuto erogato in un determinato momento e tramite il dimostratore si verificherà la corretta attivazione delle stesse.

Un prototipo su piattaforma mobile sarà in grado di dimostrare il funzionamento della M3S Application in relazioni ai GeoKeyPoint che a seconda del punto di georefenziazione individuato porteranno l'utente a visualizzare il flusso di palinsesto più idoneo alla locazione fisica dell'utente.

Una particolare funzionalità verrà integrata al dimostrativo per realizzare la funzionalità sottesa all'augmented reality che permetterà al fruitore di unire i contributi virtuali delle applicazioni interattive con gli elementi reali visualizzabili direttamente dal proprio terminale mobile.

Att. 6.13 Sviluppo di un dimostratore di sistema indossabile per la fruizione in AR

In questa attività si procederà allo sviluppo di un dimostratore di sistema indossabile per la fruizione, risultato concreto in termini di prototipo dell'attività di ricerca 5.5 (in special modo sulla parte algoritmica).

Il dimostratore si concretizzerà nella progettazione, sviluppo ed integrazione di diversi moduli. Vediamoli nel dettaglio:

1. Modulo di acquisizione dei flussi video. E' preposto alla registrazione dei flussi video. Il modulo potrebbe essere pensato per acquisire il punto di vista dell'utente, in questo caso la ripresa potrebbe essere mono, ovvero una unica camera integrata al centro del visore o due camere (ripresa stereo) vincolate rispettivamente sul lato dx e sx del visore. Un secondo

approccio è quello della ripresa indipendente dal punto di vista dell'utente. In questo caso il visitatore punta la camera verso la scena reale, acquisisce il flusso video e in real time vengono visualizzati i risultati (flusso video più oggetti virtuali) su un monitor a disposizione dell'utente. In ogni caso il punto di ripresa dovrà essere tracciato da un sensore a 6 gradi di libertà: tre posizioni e tre angoli (x,y,z, alfa,beta,gamma).

2. Modulo di elaborazione real time: il flusso video acquisito viene elaborato in tempo reale da questo modulo, al fine di intercettare i marker e sostituirli con gli oggetti virtuali per la ricostruzione della scena. Si è detto che qui gli approcci sono due: uso di marker noti o uso di marcher naturali della scena (gli aspetti di ricerca dei due approcci sono stati affrontati nell'att. 5.5.
3. Sistema di networking ed architettura: è il complesso di moduli necessqri ad integrare il sistema di fruizione in AR. Uno dei componenti principali è la struttura che contiene i dati e questa può coincidere con il datacentre proposto dal partner ENEA nell'ambito degli OR1 e 5.

Att. 6.14 Sviluppo di un dimostratore per la fruizione virtuale in modalità "Steet View"

Il dimostratore, realizzato dalla TechLab Works, sarà composto da più telecamere capaci di acquisire il flusso video proveniente dai propri sensori e da una piattaforma per la georeferenziazione delle immagini. Il sistema di sensori sarà in grado di auto calibrarsi, individuando in modo automatico le caratteristiche comuni delle scene inquadrate e allineando gli stream video prodotti ed ottenere un'immagine risultante che permetterà una navigazione a 360 gradi della scena inquadrata. La scelta della tecnologia dei sensori d'immagine e delle ottiche sarà basata sulle caratteristiche delle scene da inquadrare ed in particolare si terrà conto delle differenti condizioni di illuminazione in ambienti indoor / outdoor. La piattaforma di georeferenziazione sarà dotata sia di sensori GPS sia di piattaforme inerziali basati su sensori giroscopici ed accelerometri. Questo permetterà di aumentare la precisione dei dati acquisiti e di sfruttarne le caratteristiche per ottenere immagini stabilizzate. Si valuterà la possibilità di integrare i video ad alta risoluzione generati in piattaforme di realtà aumentata come ad esempio sistemi di realtà virtuale. Le piattaforme realizzate utilizzeranno le soluzioni innovative sviluppate nell'attività "Tecnologie avanzate per la creazione dei contenuti".

Att. 6.15 Realizzazione del dimostratore sulle tematiche relative all'OR3

Questa attività sarà dedicata alla validazione di quanto messo a punto nell'OR3. Saranno pertanto progettate, realizzate e validate delle applicazioni prototipali che evidenzino le caratteristiche prestazionali delle soluzioni sviluppate. I BC di riferimento saranno quelli architettonici ed il partner industriale CACCAVO quiderà sul cantiere prescelto l'applicazione dei risultati dell'OR3, in sinergia con i partner accademici.

Una volta individuati le tipologie dei dimostratori, si effettuerà la loro progettazione che porterà alla redazione degli schemi realizzativi, alle indicazioni sui materiali scelti, alla definizione dei cicli di produzione e lavorazione, ed alle procedure di eventuale assemblaggio dei componenti.

I dimostratori saranno quindi realizzati applicando le soluzioni studiate nelle attività precedenti.

Verranno infine effettuate opportune valutazioni e test per la validazione dei prototipi, sulla base di adeguati criteri tecnico-economici che terranno conto delle peculiarità di ogni singola soluzione sviluppata. Per ogni componente, quindi, accanto alle valutazioni prettamente tecniche, saranno effettuate delle valutazioni di costo, nell'ottica dell'economia del processo e delle ricadute economiche potenzialmente derivanti dall'industrializzazione dei prototipi.

Att. 6.16 Sviluppo del prototipo di GLART-TV

Verrà implementata un Sistema Autore Lato Server per la gestione dei contenuti che permeta a una redazione centralizzata, l'upload dei contributi multimediali e la loro schedulazione all'interno del palinsesto.

Lo stesso sistema permetterà di definire la destinazione dei palinsesti/contributi per le varie postazioni Client.

Saranno realizzate un numero indicativo di 6 postazioni Client con interfacce/layout diverse e si dimostrerà come le stesse siano aggiornabili in tempo reale dal Sistema di Gestione Lato Server.

Il 50% delle postazioni saranno configurate per funzionare in modalità di aggiornamento real-time automatico e il restante 50% in modalità di aggiornamento OnDemand.

Tutte le interfacce avranno come minimo implementati moduli atti a visualizzare le seguenti tipologie di contributi:

- Video (anche in modalità FullScreen)
- Form Text/Grafici (Slide Show con Didascalie, News con Foto, Oggetti Animati)
- Schede Testuali (News, Schede Tecniche, ecc..)
- PlayList Crawl (Testi a scorrimento tipo HighLight News)

Su alcune postazioni verranno implementate delle applicazioni interattive che possano realizzare almeno le seguenti funzionalità:

- richiesta di contributi OnDemand anche integrate con sistemi di PayPerUse
- interazione avanzata con oggetti fotografici 2D
- interazione avanzata con oggetti 3D

Att. 6.17 Sviluppo di un dimostratore per la fruizione dei BB.CC. in modalità GIS avanzata

Il modulo GIS individuato e progettato nell'OR5 ha lo scopo di rendere disponibili per la esportazione su Web tramite funzionalità GIS dei dati georeferenziati di progetto. Si vuole partire dallo stato dell'arte del mondo open source in ambito GIS ed implementare un dimostratore che eroghi le funzionalità di seguito descritte.

In questa fase del progetto verrà implementato un prototipo che consenta di caricare dati GIS prodotti ed inerenti le fasi di studio storico/tecnico, monitoraggio e diagnosi, intervento, monitoraggio conservativo, musealizzazione e fruizione, valorizzazione, e di trattarli per la visualizzazione su mappe consultabili online (colori, trasparenze, sistemi di coordinate di riferimento, interfacciamento alla base di dati unificata di progetto con le informazioni relative alle diverse zone sulla mappa, ecc.).

Il prototipo sarà dotato di un'interfaccia grafica che consentirà di realizzare facilmente operazioni di gestione del sistema come la creazione/modifica/rimozione di utenti.

Inoltre esso prevederà un meccanismo di autorizzazione per utenti con diversi livelli di accesso e sarà possibile stabilire permessi di lettura e scrittura per ciascuno di essi e per ciascun layer predisposto.

Sarà possibile quindi decidere quali layer rendere visibili ai vari utenti. Ad ogni utente, ad esempio, sarà possibile concedere la visualizzazione del solo sottoinsieme dei layer relativi alla fase del macro-processo a cui l'utente afferisce e che è abilitato a vedere (ad esempio solo i dati inerenti l'intervento sul bene).

Dovrà essere inoltre possibile caricare nuovi layer, ed ogni nuovo layer, potrà essere trattato per specificare le proprietà di visualizzazione sulla mappa (campi del database unificato di progetto.

Nella fase di visualizzazione della mappa, sarà anche possibile accendere o spegnere i layer, variare la loro trasparenza, variare il fattore di scala, eseguire operazioni di zoom in avanti o indietro, di pan, interrogare la mappa per ricevere le informazioni disponibili sui layer (nel database), ecc.

L'interfaccia di fruizione dei dati dovrà essere in grado di consentire interrogazioni geometriche avanzate e di incrociate i vari layer disponibili in modo da ottenere le informazioni georeferenziate in base a:

1. distanza da un punto;
2. vicinanza ad un percorso/rotta/itinerario;
3. altre ricerche più raffinate che usino le funzioni di distanza, intersezione, contenimento, ed atre funzioni spaziali rese disponibili dal modulo individuato.

L'interfaccia di fruizione così definita consentirà la condivisione del patrimonio metodologico e informativo a tutti gli attori della filiera, consentendo di facilitare l'elicitazione di conoscenza che altrimenti rischierebbe di restare tacita all'interno dei gruppi di ricerca.
Allo stesso tempo il dimostratore potrà divenire un mezzo per pubblicare informazioni di interesse e consentirne la fruizione anche ad utenti e comunità esterne.

OR7: Sperimentazione delle tecnologie

L'obiettivo della sperimentazione è quello di validare le tecnologie messe a punto negli OR precedenti. Come già riportato in diversi punti del documento, l'ambito di sperimentazione proposto è quello dei beni culturali. In particolare in ogni fase del processo di gestione del bene culturale sono state proposte importanti soluzioni tecnologiche e pertanto la sperietnazione sarà condotta nei limiti della specifica fase.

Il progetto verte sulla messa a punto di nuove tecnologie con forte valenza di ricerca industriale e si deve sottolineare che il settore di sperimentazione proposto richiede sin da subito il coinvolgimento di esperti vicini agli *end user* delle tecnologie in modo da supportare il gruppo di ricerca nelle fasi di validazione. Le università coinvolte nel progetto: Unisal ed Unipa mettono in campo i propri gruppi di ricerca per dare un supporto scientifico e metodologico anche in tale direzione. A ciò è necessario aggiungere le diverse manifestazioni di interesse comunicate ad alcuni partner del progetto in cui vari enti gestori indicano siti ed ambiti di sperimentazione specifici su specifiche problematiche (vedi allegato "Manifestazioni di interesse espresse per il progetto IT@CHA").

La fase di sperimentazione vedrà quindi coinvolti tutti i soggetti attuatori, con una concertazione larga di operatori del settore quali soprintendenze e/o enti pubblici preposti alla tutela del patrimonio artistico.

Le attività che afferiscono a questo OR prevedono l'individuazione dei casi di studio, la definizione di una metodologia di sperimentazione integrata con le tecnologie messe a punto, l'avvio della campagna sperimentale e, infine, la validazione dei risultati.

N OR	Titolo OR	Attività	Titolo	RI/SS	Partner Responsabile	Partner coinvolti	Risultato Attività	localizzazione
OR 7	**Sperimentazione delle tecnologie**	A 7.1	Individuazione dei casi di studio, anamnesi e collocazione storico/tecnica	RI	UNIPA-UNISAL	TUTTI	report	tutte le sedi
		A 7.2	Definizione di una metodologia di sperimentazione integrata delle tecnologie messe a punto	RI	UNIPA-UNISAL	TUTTI	report	tutte le sedi
		A 7.3	Avvio della campagna sperimentale	RI	UNIPA-UNISAL	TUTTI	report	tutte le sedi
		A 7.4	Analisi ed Interpretazione dei risultati	RI	UNIPA-UNISAL	TUTTI	report	tutte le sedi
		A 7.5	feedback sulle tecnlogie e metodologie	RI	UNIPA-UNISAL	TUTTI	report	tutte le sedi
		A 7.6	AuditDifusione dei risultati	RI	UNIPA-UNISAL	TUTTI	report	tutte le sedi

Descrizione delle attività dell'OR7:

Att.7.1 Individuazione dei casi di studio, anamnesi e collocazione storico/tecnica

L'obiettivo dell'attività è di individuare i casi di studio significativi per mettere in evidenza le potenzialità delle tecnologie innovative studiate.

Attraverso una sinergica collaborazione tra i partner, saranno selezionati i siti di rilevanza storico/artistica e storico/tecnica. Il numero dei siti verrà definito nel corso del progetto in base alle esigenze emerse in fase di R&S, considerando elementi quali la complessità e le difficoltà di studio che presenta il fondale marino, i reperti in esso sommersi, la significatività nell'applicazione degli strumenti innovativi messi a punto.

Le indicazioni dei siti riportati nelle numerose manifestazioni di interesse verso il progetto, saranno sicuramente vagliate per l'individuazione dei casi di studio e sperimentazione delle tecnologie. In linea di massima sarà selezionato almeno un sito per ogni fase del processo di gestione del bene culturale, ed in taluni casi si considereranno siti appartenenti al mondo del sommerso e dell'emerso.

Per ogni sito selezionato, verrà condotto un approfondito studio al fine di ottenere una dettagliata anamnesi del patrimonio culturale sommerso nonché una collocazione storico-artistica dello stesso.

Att.7.2 Definizione di una metodologia di sperimentazione integrata delle tecnologie messe a punto

L'obiettivo di questa attività è di definire una metodologia di sperimentazione integrata delle tecnologie messe a punto, come illustrato nella figura sottostante.

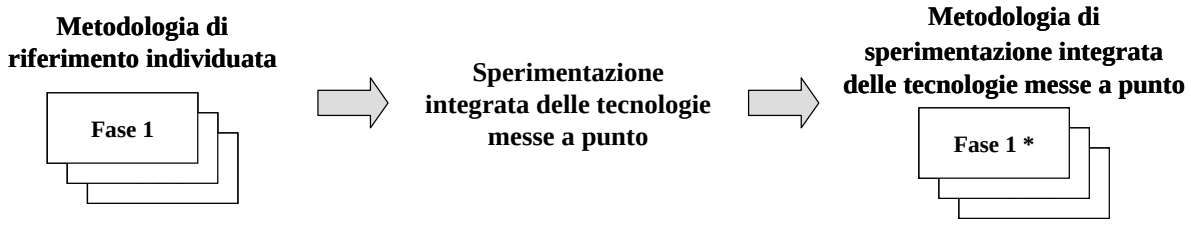
Metodologia di riferimento individuata
Fase 1
Sperimentazione integrata delle tecnologie messe a punto
Metodologia di sperimentazione integrata delle tecnologie messe a punto
Fase 1 *

Figura 5 – fasi della sperimentazione e validazione delle tecnologie proposte

Nei casi di studio selezionati verrà condotta la sperimentazione integrata, seguendo le fasi della metodologia di riferimento individuata, ovvero:

- fase 1: studio storico-tecnico
- fase 2: diagnosi;
- fase 3: intervento;
- fase 4: monitoraggio;
- fase 5: fruizione, musealizzazione;
- fase 6: valorizzazione;

Nel corso della sperimentazione, verrà analizzato l'impatto dell'innovatività delle tecnologie utilizzate sia sulle singole fasi che sulla metodologia nel suo insieme. Tale impatto sarà valutato da diversi punti di vista – tempi, costi, operatività, ricchezza ed esaustività delle informazioni ottenibili con i nuovi strumenti – al fine di comprendere come sono state modificate le modalità operative di intervento.

Att.7.3 Avvio della campagna sperimentale

La campagna sperimentale si articolerà nei seguenti passi:

- sopralluogo nei siti dei casi di studio individuati,
- individuazione degli attori coinvolti (sovrintendenze, provincia, ecc.)
- accordi con le sovrintendenze responsabili dei siti individuati e coordinamento tra gli attori per definire le modalità di conduzione della sperimentazione
- avvio della sperimentazione in stretta collaborazione tra tutti i partner del progetto e con gli esperti del settore, percorrendo tutte le fasi della metodologia, anche quelle in cui non sono coinvolte le nuove tecnologie messe a punto.

Essendo prevista la validazione delle soluzioni sviluppate mediante la loro applicazione su un sito pilota di particolare rilevanza storico-culturale, si ritiene opportuno implementare i dati ottenuti dall'applicazione dei prototipi con i dati provenienti dalla applicazione di tecnologie già collaudate, al fine di confrontarli e convalidarli. In definitiva il contributo dell' Università di Bologna risulterà sicuramente significativo in tale attività, che sarà dedicata alla validazione in campo dei diversi prototipi sviluppati e dei relativi protocolli operativi.

In particolare l'attenzione ovvero la validazione dei prototipi e la elaborazione di metodologie operative saranno rivolte a tutte le fasi di gestione del BC descritte in apertura di progetto.

Vengono di seguito riportate le macrotipologie di beni culturali su cui si orienterà la sperimentazione e i corrispondenti Enti preposti alla tutela con i quali sono stati stabiliti accordi per svolgere le diverse ricerche e che hanno manifestato interesse al progetto.
Tipologie: dipinti, statue, manufatti architettonici e monumentali, documenti grafici, manufatti marini di tipologia diversa.
Enti dove si svolgeranno alcune attività:

- Fondazione Orestiadi di Gibellina (TP) - Museo delle Trame del Mediterraneo;
- Museo della Cattedrale, Palermo;
- Museo degli Sguardi, Rimini;
- Musei d'Arte Antica di Bologna;
- Museo d'Arte della Città di Ravenna – Loggetta Lombardesca;
- Soprintendenza per i beni storici, artistici ed etnoantropologici per le province di Bologna, Ferrara, Forlì-Cesena, Ravenna e Rimini
- Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio di Ravenna, Ferrara, Forlì-Cesena, Rimini
- Dipartimento di Storie e Metodi per la conservazione dei Beni Culturali, Università di Bologna, sede di Ravenna)

Att.7.4 Analisi ed Interpretazione dei risultati

L'obiettivo di questa attività è di analizzare e interpretare i risultati raggiunti nella campagna di sperimentazione con le tecnologie innovative messe a punto.
In tale attività verranno considerate con particolare attenzione le seguenti tipologie di risultati:

– i risultati conseguiti utilizzando singolarmente le nuove tecnologie;
– i risultati conseguiti nelle singole fasi della metodologia;

L'analisi e l'interpretazione di suddetti risultati richiede non solo competenze tecnologiche ma anche competenze specifiche. Per questo motivo l'attività presenterà momenti sinergici e lavori congiunti con gli esperti del settore, che hanno le competenze per analizzare e interpretare i dati qualitativi e/o quantitativi e per inquadrarli in uno studio storico/artistico e storico/tecnico.

Att.7.5 feedback sulle tecnologie e metodologie

La fase di sperimentazione di un tecnologia prima inesistente consente di individuarne i punti di forza ma anche e soprattutto i punti di debolezza ed i limiti. In questo caso è utile aprire un periodo, tipicamente di breve durata, in cui si può effettuare un feedback sulle attività di ricerca finalizzato all'individuazione di strategie di superamento dei limiti. Tipicamente il riciclo sulla ricerca non è una attività indolore, anzi risulta impegnativa sia in termini di tempi che di costi. Una adeguata analisi potrebbe però condurre alla definizione delle linee programmatiche future volte alla soluzioni dei problemi nati in fase di sperimentazione, al fine di promuovere nuove azioni di ricerca da intraprendere nel futuro. Lo scopo di questa attività è quello di aprire la fase di riciclo sulle precedenti attività di ricerca che hanno condotto alla messa a punto delle tecnologie promosse nel progetto IT@CHA

Att.7.6 Audit Difusione dei risultati

Scopo di questa attività è quello di delineare una metodologia di costruzione di un percorso di AUDIT per il trasferimento tecnologico dei risultati del progetto. L'infrastruttura di sviluppo di un sistema si baserà su piattaforme web, sia per gli aspetti di costruzione dei percorsi di AUDIT (Content Management System), sia per gli aspetti di informazione.

Per quanto riguarda l'ambito di sperimentazione, gli enti preposti alla tutela dei beni culturali sarebbe di grande interesse la possibilità di metter loro a disposizione strumenti capaci di supportare on line:

- l'identificazione dei propri bisogni di aggiornamento professionale attraverso strumenti di autovalutazione
- l'aggiornamento di tecnici e esperti in grado di valutare portata e impatto delle tecnologie sviluppate dal progetto.

Per quanto riguarda le imprese si ritiene di grande interesse la possibilità di fornire loro strumenti capaci di fornire supporto nell'impostazione delle attività di acquisizione delle nuove tecnologie.
Dall'analisi delle esperienze in letteratura, le metodologie di valutazione dei bisogni attraverso incontri mirati con le imprese e attraverso gli audit tecnologici risultano essere potenti strumenti adatti allo scopo. Inoltre, di recente, sono andati affermandosi metodi di autovalutazione dei propri bisogni nei quali le stesse strutture aziendali, con il supporto di esperti e strumenti appropriati, vengono messe in condizione di identificare, in modo sistematico carenze e debolezze capaci di ostacolare l'introduzione di una nuova tecnologia nei propri processi aziendali.
Tale approccio all'autovalutazione, fa si che l'azienda, con il supporto di esperti, diventi soggetto attivo del processo di innovazione oltre che oggetto di valutazione.
L'attività si articola quindi nei seguenti task:

- identificazione dei potenziali fruitori
- diffusione dei risultati
- effettuazione di audit tecnologici

Identificazione dei potenziali fruitori
Verrà condotta un'indagine preliminare finalizzata all'individuazione dei settori degli enti preposti alla tutela dei beni culturali, pubbliche amministrazioni e industrie interessate alle nuove tecnologie sviluppate dal progetto.
Al termine dello studio verranno selezionati alcuni operatori pubblici e privati con i quali sperimentare la metodologia di audit tecnologico on line messa a punto nel corso del progetto.

Diffusione dei risultati
La diffusione dei risultati verrà effettuata sia per mezzo di strumenti tradizionali (seminari, workshop,..) sia attraverso il sistema informativo con la realizzazione di moduli fruibili via Internet.

Effettuazione di audit tecnologici
L'obbiettivo principale dell'audit tecnologico consiste nell'identificare i bisogni tecnologici del territorio e/o delle imprese al fine di permettere loro di:

- rafforzarne la competitività;
- adattarsi ai cambiamenti tecnologici;

favorire la qualificazione e il rafforzamento del capitale umano attraverso strumenti di formazione continua di imprenditori, managers e addetti alle imprese

Riferendosi alle aziende, le aree aziendali da considerare nel percorso di Audit tecnologico sono:

- capacità di introduzione delle nuove tecnologie nel panel dei servizi e/o prodotti potenzialmente offerti;
- capacità della propria struttura organizzativa di far fronte ai nuovi servizi;
- marketing (innovazione di prodotto);
- ciclo di produzione (innovazione di processo);
- impatto verso il territorio (audit ambientale);
- necessità di formazione per l'utilizzo efficace delle nuove tecnologie;

Nel corso degli audit si farà uso di diverse tecniche di analisi sia qualitative che quantitative (quali ad esempio la "cost effectiveness analysis", la SWOT analysis, la "life cycle analysis", etc..) e di

strumenti il cui uso è ormai consolidato (check list, interviste, incontri aziendali, linee guida, focus group) ma che richiedono, tuttavia, di essere adattati a seconda del tipo di interlocutore.
Attraverso lo studio e la messa a punto di appropriate griglie verranno sperimentati con un panel di operatori selezionati strumenti on line (es. questionari, moduli informativi su specifiche tematiche, strumenti di e-learning,….) che consentiranno alle imprese di identificare i propri bisogni di innovazione in termini di processo, prodotti, organizzazione aziendale, impatto sul territorio, e nuove figure professionali per poter adottare la tecnologia sviluppata nel progetto.

10) Tempistica (espressa in trimestri)

N OR	Titolo OR	Attività	Titolo	TR1	TR2	TR3	TR4	TR5	TR6	TR7	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12
OR1	**Organizzazione dei dati – Il modello Unificato**	A 1.1	Audit tecnologico e territoriale finalizzato alla misura dei bisogni												
		A 1.2	Analisi dei modelli di dati esistenti, ottimizzazione, integrazione, fusione e normalizzazione												
		A 1.3	Studio di un modello relazionale unificato												
		A 1.4	Analisi di copertura del modello unificato, proposta di uno standard												
		A 1.5	Definizione delle "linee guida alla generazione di dati inerenti i BC aderente al modello unificato"												
		A 1.6	Studio di una piattaforma ICT per la gestione di dati in architettura SOA												
OR2	**Metodologie e tecnologie integrate per la Diagnosi**	A 2.1	Studio dei criteri di integrazione per le problematiche di diagnostica secondo il modello unificato												
		A 2.2	Nuove tecnologie SW per la fusione di dati ottenuti da strumenti di diagnosi per immagini (termografia, Xray, Fluorescenza UV, Infrared I-II, misure multispettrali, etc..)												
		A 2.3	Analisi dei pigmenti di superfici dipinte tramite clustering di dati multispettrali												
		A 2.4	Un sistema innovativo per la metrologia fine: diagnostica sulla morfologia su larga scala mediante radar ottico a colori												
		A 2.5	Un sistema innovativo per la metrologia subacquea: diagnostica sulla morfologia di piccola e media scala mediante radar ottico												
		A 2.6	Microscopio portatile per misure di fluorescenza UV multispettrale												
		A 2.7	Un sistema integrato per l'analisi della composizione isotopica di matrici organiche complesse												
		A 2.8	Un sistema innovativo per la diagnostica analitica microdistruttiva dei Beni culturali												
		A 2.9	Un sistema per analisi multitecnica per la diagnostica non distruttiva dei beni culturali												
		A 2.10	Metodologie innovativo-sperimentali per la valutazione dell'alterazione-degradazione dei beni culturali												
		A 2.11	Tecnologie diagnostiche per l'attribuzione e l'autenticazione delle opere d'arte												
		A 2.12	tecnologie SW per la misura e l'evidenza del rischio al fine di definire le priorità di intervento												
		A 2.13	Caratterizzazione strutturale di materiali cristallini di interesse storico-artistico e archeologico mediante diffrazione X												
OR 3	**Metodologie e tecnologie integrate a supporto dei processi di recupero, restauro e consolidamento**	A 3.1	Metodologie e tecnologie per interventi reversibili basati su nuovi materiali												
		A 3.2	Materiali funzionalizzati per il settore dei Beni Culturali												
		A 3.3	Studio di prodotti consolidanti innovativi												
		A 3.4	Studio e definizione delle linee guida metodologiche e sperimentali per l'applicabilità del laser nei processi di pulura												
		A 3.5	Tecnologie per il monitoraggio di strutture e beni architettonici :												
		A 3.6	Materiali innovativi per supporti in legno, muratura, etc.. Analisi della												
		A 3.7	Miglioramento/adeguamento sismico di elementi strutturali in muratura												
		A 3.8	Studio ed ottimizzazione di protocolli operativi per una camera termo/ultrasonica/chemio/barica per la conservazione ed il restauro dei BB.CC.												
OR 4	**Metodologie e tecnologie integrate il Monitoraggio**	A 4.1	Reti *ad-hoc* e tecnologie *rfId* per il monitoraggio remoto												
		A 4.2	Monitoraggio tramite sistemi *embedded* innovativi												
		A 4.3	Post-processing di rangemap ottenuti da scansioni con radar ottici a colori su scala architettonica per misure di monitoraggio												
		A 4.4	Tecnologie per il monitoraggio di BC in ambienti marini: Un AUV innovativo												
		A 4.5	Post-processing di rangemap ottenuti da scansioni radar ottiche in ambiente subacqueo per misure di monitoraggio												
		A 4.6	Sistema innovativo per la validazione tramite benchmark di tecnologie di monitoraggio di ambienti interni/esterni												
		A 4.7	Integrazione di dati di imaging multi spettrale raccolti su multipiattaforma basata su laser scanner: riflettenza da radar ottico a colori e fluorescenza da LIF scanning												
OR 5	**Metodologie e tecnologie integrate per la musealizzazione, fruizione e valorizzazione**	A 5.1	Studio di una piattaforma per il mantenimento di dati aderente al modello Unificato: datacentre e calcolo ad alte prestazioni												
		A 5.2	Studio di un frameworkper la creazione di contenuti mutimediali ed immersivi, da fruire in modalità real-time												
		A 5.3	Studio e sviluppo di una piattaforma di fruizione mobile adattiva e multicanale.												
		A 5.4	Tecnologie avanzate per la creazione dei contenuti												
		A 5.5	Nuove tecnologie indossabili per la fruizione in Realtà Aumentata												
		A 5.6	Sistemi innovativi immersivi per la fruizione dei BC in regime real time												
		A 5.7	Un Sistema innovativo per la fruizione immersiva dei BC in modalità off-line												
		A 5.8	Sistema display olografico e proiezione su schermo per visualizzazione di dati 3D o olografici												
		A 5.9	Studio e progettazione di un canale a circuito chiuso GEOLOCALART-TV per la fruizione turistica dei BC in funzione dei luoghi di accesso												
		A 5.10	Un Sistema software per la fruizione avanzata in modalità GIS dei BC presenti nel modello relazionale unificato												
OR 6	**Sviluppo dei dimostratori**	A 6.1	Sviluppo del dimostratore di sistema per la fusione di dati diagnostici spazialmente risolti												
		A 6.2	Sviluppo di un dimostratore per l'analisi dei pigmenti												
		A 6.3	Sviluppo del dimostratore di un sistema laser per la scansione a colori												
		A 6.4	Sviluppo del dimostratore di un sistema per metrologia subacquea operante su piccola/media scala												
		A 6.5	Sviluppo del dimostratore di microscopio portatile multispettrale per misure di fluorescenza UV-VIS												
		A 6.6	Sviluppo dei dimostratori relativi ai sistemi per l'analisi elementale												
		A 6.7	Sviluppo del dimostratore del sistema: LDI-MS												
		A 6.8	Sviluppo del dimostratore del sistema per la valutazione automatica dell'autenticità dell'opera												
		A 6.9	Sviluppo del dimostratore del sistema display olografico e proiezione su schermo per visualizzazione di dati 3D o olografici												
		A 6.10	Sviluppo del dimostratore AUV												
		A 6.11	Sviluppo del centro per il mantenimento dei dati												
		A 6.12	Sviluppo del prototipo di piattaforma di fruizione mobile adattiva e multicanale												
		A 6.13	Sviluppo di un dimostratore di sistema indossabile per la fruizione in AR												
		A 6.14	Sviluppo di un dimostratore per la fruizione virtuale in modalità "Steet View"												
		A 6.15	Realizzazione del dimostratore sulle tematiche relative all'OR3												
		A 6.16	Sviluppo del prototipo di GEOLOCALART-TV												
		A 6.17	Sviluppo di un dimostratore per la fruizione dei BB.CC. in modalità GIS avanzata												
OR 7	**Sperimentazione delle tecnologie**	A 7.1	Individuazione dei casi di studio, anamnesi e collocazione storico/tecnica												
		A 7.2	Definizione di una metodologia di sperimentazione integrata delle tecnologie messe a punto												
		A 7.3	Avvio della campagna sperimentale												
		A 7.4	Analisi ed Interpretazione dei risultati												
		A 7.5	feedback sulle tecnlogie e metodologie												
		A 7.6	AuditDifusione dei risultati												

11) Costi ammissibili [1]

Voci di costo	Ricerca Industriale										Sviluppo sperim					
	87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricomprese tra le precedenti	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale	87.3a Convergenza				87.3a	87.3
	Calabria	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*							*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*		
Spese di personale																
Spese generali (50% del personale)																
Strumenti e attrezzature																
Servizi di consulenza e di servizi equivale qui																
Altri costi di esercizio[2]																
TOTALE																

1 N.B.: Questa tabella non va compilata dall'utente ma verrà generata dal sistema in formato pdf, all'interno della sezione "Dossier domanda" pertanto si prega di stampare ed allegare le Schede analitiche dei costi alla documentazione in formato cartaceo da inviare al MIUR secondo le disposizioni di cui all'art.8 dell'Invito n.1 del 18 gennaio 2010.

[2] Comprensivi dei costi per attività di Informazione e pubblicità realizzate nell'ambito del "progetto di ricerca" (ripartiti tra ricerca industriale e sviluppo sperimentale) e dei costi di fidejussione e garanzia dell'anticipo da imputare tenuto conto dell'incidenza percentuale delle due tipologie di attività rispetto al costo totale del "progetto di ricerca".

In caso di progetti presentati da più soggetti riportare anche una tabella per ogni singolo attuatore
----

12) VERIFICA DELL'ESITO DEL PROGETTO DI RICERCA

12.1 Verifica intermedia

Il progetto di ricerca IT@CHA è a forte stampo tecnologico. Ciò vuol dire che l'atto finale di una linea di ricerca porta sempre alla implementazione di un prototipo di tecnologia che è in grado di risolvere problemi specifici in una fase specifica del processo di gestione del bene culturale. Il processo è chiaramente schematizzato nella seguente fiigura:

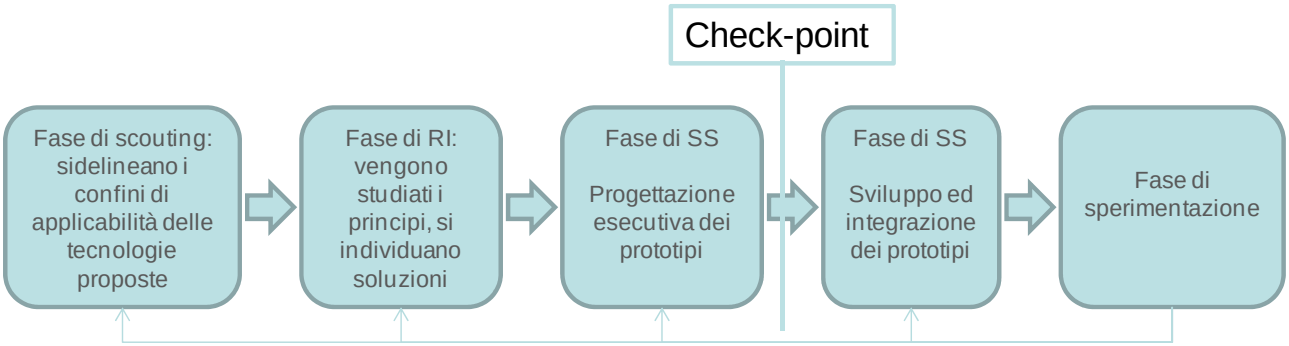
Check-point
Fase di scouting: sidelineano i confini di applicabilità delle tecnologie proposte
Fase di RI: vengono studiati i principi, si individuano soluzioni
Fase di SS
Progettazione esecutiva dei prototipi
Fase di SS
Sviluppo ed integrazione dei prototipi
Fase di sperimentazione

Figura 6 - check-point

Nello schema è indicato il check-point per la verifica intermedia come il momento tra la progettazione esecutiva a valle della ricerca e lo sviluppo dei prototipi.
La ragione della scelta risiede nel fatto che l'output della fase de ricerca potrebbe essere visto come l'insieme dei requisiti che una tecnologia deve soddisfare affinché risolva effettivamente il problema indagato scientificamente. Quando questi requisiti si danno in pasto alla fase di sviluppo sperimentale, la prima azione di "ingegneria" è senzaltro la progettazione preliminare e poi la progettazione esecutiva. In questa fase il risultato può essere visto come l'insieme delle funzioni che la tecnologia deve possedere affinché i requisiti imposti dalla ricerca siano soddisfatti. La verifica intermedia può essere pertanto approcciata costruendo per ogni tecnologia proposta nel progetto la cosiddetta "matrice di tracciabilità requisiti-finzioni". Si tratta di un costrutto matriciale contenente nelle righe le'elenco dei requisiti, mentre nelle colonne l'elenco delle funzioni individuate per soddisfare i requisiti sui prototipi. Una analisi per riga consente di affermare se esistono funzioni specifiche per ogni requisito individuato, mentre una analisi per colonna ci porta a considerare quelle funzioni che non soddisfano nessun requisito e pertanto possono essere ritenute superflue ai fini dello sviluppo dei dimostratori. Di seguito si riporta un template di matrice di tracciabilità.

	f1	f2	f3	f4	….				fm
req.01	X			x		x		x	X
req.02			x		x			X	
req.03		x					X		
…..			X			X			
	x		X				X		
	X						x	x	
req.0n	X	x	x		x	x			

Figura 7 - matrice di tracciabilità requisiti-funzioni

12.2 Verifica finale

- **Risultati disponibili a fine attività**

Di seguito si riportano i risultati disponibili alla fine di ogni obiettivo realizzativo

	risultato	descrizione del risultato
OR1	ris 1.1	Rapporto di audit di settore, contenente bisogni e requisiti tecnologici
	ris 1.2	modello relazionale unificato relativo al dominio beni culturali
	ris 1.3	Studio di un modello relazionale unificato
	ris 1.4	documento delle linee guida per la generazione di dati aderenti al modello unificato

OR2	ris 2.1	Specifiche elinee guida per l'interfacciamento di tecnologice diagnostiche al modello unificato
	ris 2.2	Algoritmi di fusione dati: 2D su 2D, 2D su 3D, anche su misure di imaging multispettrale.
	ris 2.3	Algoritmi per l'analisi dei pigmenti di superfici dipinte tramite clustering di dati multispettrali e reportistica tecnico/scientifica
	ris 2.4	moduli per la metrologia a colori mediante scansione radar a luce laser e reportistica tecnico/scientifica
	ris 2.5	moduli per il reverse engineerind subacque e reportistica tecnico/scientifica
	ris 2.6	moduli per la realizzazione di un microscopio portatile per misure di fluorescenza UV multispettrale e reportistica tecnico/scientifica
	ris 2.7	moduli, studi e disegni per lo sviluppo di unn sistema integrato per l'analisi della composizione isotopica di matrici organiche complesse e reportistica tecnico/scientifica
	ris 2.8	moduli, studi e disegni per la realizzazione di un un sistema innovativo per la diagnostica analitica microdistruttiva dei Beni culturali e reportistica tecnico/scientifica
	ris 2.9	reportistica tecnico/scientifica per analisi multitecnica per la diagnostica non distruttiva dei beni culturali
	ris 2.10	documento descrittivo di una metodologia innovativo-sperimentale per la valutazione dell'alterazione-degradazione dei beni culturali
	ris 2.11	requisiti e reportistica scientifica per l'attribuzione e l'autenticazione delle opere d'arte
	ris 2.12	metodologia per il calcolo del rischio e reportistica tecnico/scientifica
	ris 2.13	reportistica tecnico/scientifica inerente la caratterizzazione strutturale di materiali cristallini di interesse storico-artistico e archeologico mediante diffrazione X

OR 3	ris 3.1	decumento descrittivo della metodologia e tecnologia per interventi reversibili basati su nuovi materiali
	ris 3.2	Reportistica tecnico/scientifica su materiali funzionalizzati per il settore dei Beni Culturali
	ris 3.3	Reportistica tecnico/scientifica su prodotti consolidanti innovativi
	ris 3.4	Documento descrittivo delle linee guida metodologiche e sperimentali per l'applicabilità del laser nei processi di pulura
	ris 3.5	reportistica tecnico/scientifica relativa a tecnologie per il monitoraggio di strutture e beni architettonici : monitoraggio olografico di deformazioni. Moduli per la realizzazione di un sistema, anche simulati
	ris 3.6	reportistica tecnico/scientifica su materiali innovativi per supporti in legno, muratura, etc.. Contenenta analisi della durabilità in condizioni ambientali reali o simulate
	ris 3.7	documento descrittivo delle linee guida per il miglioramento/adeguamento sismico di elementi strutturali in muratura mediante materiali e tecniche innovative
	ris 3.8	Documento descrittivo dei protocolli operativi per una camera termo/ultrasonica/chemio/barica per la conservazione ed il restauro dei BB.CC.

OR 4	ris 4.1	moduli e tecnologie per il monitoraggio remoto
	ris 4.2	documentazione tecnico scientifica sui sistemi AUV, studi sull'Intelligenza artificiale, requisiti
	ris 4.3	algoritmi e documentazione scientifica correlata per il postprocessing di nuvole laser
	ris 4.4	Documento tecnico scientifico contenente algoritmi e motodi per l'integrazione di dati di imaging multi spettrale raccolti su multipiattaforma basata su laser scanner: riflettenza da radar ottico a colori e fluorescenza da LIF scanning

OR 5	ris 5.1	architettura di un datacentre aderente al modello unificato
	ris 5.2	framework per la creazione di contenuti mutimediali ed immersivi, da fruire in modalità real-time ed algoritmi correlati
	ris 5.3	moduli e criteri di miniaturizzazione di una piattaforma di fruizione mobile adattiva e multicanale e documentazione scientifica correlata
	ris 5.4	Tecnologie avanzate per la creazione dei contenuti e documentazione scientifica correlata
	ris 5.5	Nuove tecnologie indossabili per la fruizione in Realtà Aumentata, algoritmi di riconoscimento di marker e documentazione scientifica correlata
	ris 5.6	Sistemi innovativi immersivi per la fruizione dei BC in regime real time, algoritmi si simulazione del rendering e documentazione scientifica correlata
	ris 5.7	Un Sistema innovativo per la fruizione immersiva dei BC in modalità off-line, algoritmi di segmentazione dei canali e documentazione scientifica correlata
	ris 5.8	moduli e documentazione scientifica correlata al sistema display olografico e proiezione su schermo per visualizzazione di dati 3D o olografici
	ris 5.9	documentazione scientifica correlata relativa ad un canale a circuito chiuso GEOLOCALART-TV per la fruizione turistica dei BC in funzione dei luoghi di accesso
	ris 5.10	documentazione scientifica correlata relativa ad un Sistema software per la fruizione via GIS

OR 6	ris 6.1	dimostratore di sistema per la fusione di dati diagnostici spazialmente risolti
	ris 6.2	dimostratore per l'analisi dei pigmenti
	ris 6.3	dimostratore di un sistema laser per la scansione a colori
	ris 6.4	dimostratore di un sistema per metrologia subacquea operante su piccola/media scala
	ris 6.5	dimostratore di microscopio portatile multispettrale per misure di fluorescenza UV-VIS
	ris 6.6	dimostratore relativo ai sistemi per l'analisi elementale
	ris 6.7	dimostratore del sistema: LDI-MS
	ris 6.8	dimostratore del sistema per la valutazione automatica dell'autenticità dell'opera
	ris 6.9	dimostratore del sistema display olografico e proiezione su schermo per visualizzazione di dati 3D o olografici
	ris 6.10	dimostratore AUV
	ris 6.11	centro per il mantenimento dei dati
	ris 6.12	prototipo di piattaforma di fruizione mobile adattiva e multicanale
	ris 6.13	dimostratore di sistema indossabile per la fruizione in AR
	ris 6.14	dimostratore per la fruizione virtuale in modalità "Steet View"
	ris 6.15	Bene architettonico di fama nazionale come dimostratore sulle tematiche relative all'OR3
	ris 6.16	prototipo di GEOLOCALART-TV
	ris 6.17	dimostratore per la fruizione dei BB.CC. in modalità GIS avanzata

OR 7	ris 7.1	documento contenente l'elenco dei casi di studio, la loro anamnesi storica, le problematiche da trattare
	ris 7.2	documento tecnico/scientifico contenente lo schema metodologico per la sperimentazione integrata
	ris 7.3	documento di briefing
	ris 7.4	Report di analisi ed Interpretazione dei risultati
	ris 7.5	Report che definisce gli sviluppi futuri a valle del feedback sulle tecnlogie e metodologie
	ris 7.6	Report di Audit

- **Modalità con cui sarà verificabile l'esito dell'intera ricerca**

  Il raggiungimento dell'obiettivo finale è strettamente dipendente dal raggiungimento dei singoli sotto-obiettivi e quindi dal buon esito delle attività previste per ognuno di essi.

  Gli eventi di maggiore criticità nell'ambito della presente proposta di progetto sono quelli relativi alla verifica della copertura funzionale da parte di tutte le componenti de tecnologie proposte rispetto alle specifiche delineate in fase di ricerca prima progettazione poi. Tali funzionalità possono essere classificate secondo due punti di vista, ed in particolare:
  - funzionalità interne
  - funzionalità esterne

Le funzionalità interne sono quelle intrinseche del sottosistema; la copertura delle quali garantisce il funzionamento del sottosistema isolato da un contesto integrato. Le funzionalità esterne sono fondamentalmente quelle di interfaccia, intesa come l'insieme dei meccanismi progettati per un sottosistema che debba integrarsi ed interagire con altri al fine di raggiungere l'obiettivo finale (*essere conformi al modello unificato dei dati*).
La verifica delle funzionalità interne è propedeutica alla verifica delle funzionalità esterne; non è pensabile che un sottosistema si possa integrare con altri se, preso singolarmente, non raggiunge l'obiettivo per cui è stato pensato.

La verifica finale da condursi a conclusione delle attività di ricerca riguarderà:

- verifica della copertura funzionale interna ed esterna dei sistemi proposti in ogni fae del ciclo di gestione del bene culturale
- verifica dei risultati degli studi, analisi ed approfondimenti anche in funzione agli obiettivi quantitativi indicati nel progetto

SECONDA PARTE

1) ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DELL'EFFETTO INCENTIVANTE DELL'INTERVENTO PUBBLICO

NON APPLICABILE IN QUESTO PROGETTO POICHE' NON VI SONO PARTNER DI TIPO "GRANDE IMPRESA"

2) INTERESSE TECNICO-SCIENTIFICO

Gli studi da effettuare nell'ambito dell'intero progetto, offrono spunti di estremo interesse ed originalità, tali da giustificare il ricorso alla ricerca industriale. L'ambito delle attività di ricerca sarà caratterizzato da problematiche di sviluppo tecnologico, ed in molti casi sono proposti sistemi attualmente inesistenti ma desiderati dal settore. Non potendo disaccoppiare lo sviluppo delle tecnologie con le metodologie di impiego, il progetto propone anche diversi spunti su nuove procedure e/o trasferimento nel settore BC di metodologie risultanti vincenti in altri ambiti.
Gli spunti sulle novità ed originalità delle conoscenze acquisibili sono state ampiamente trattate nel paragrafo "problematiche di R&S". Di seguito si evidenziano in ogni caso, OR per OR gli elementi di novità e l'utilizzo di tali elementi per accrescere la competitività dei soggetti proponenti.

Novità e originalità delle conoscenze acquisibili.

Di seguito si riportano le Linee di Ricerca (LR) originali riportate in ogni Obiettivo Realizzativo.

<u>Rispetto alle tematiche dell'OR1</u>
Nell'OR1 sono previste diverse linee di ricerca con forti componenti di originatià. In particolare:

- LR1.1: Metodi innovativi per l'Auditing tecnologico e l'autodiagnosi di settore
- LR1.2: Studio di un modello relazionale unificato per la standardizzazione di dati relativi al dominio dei Beni Culturali.
- LR1.3: Architetture SOA (Service Oriented Architecture) per la gestione di dati strutturati
- LR1.4: Standard per l'interfacciamento di strumenti e tecnologie per i BC con protocolli compatibili con ildello unificato

<u>Rispetto alle tematiche dell'OR2</u>
Nell'OR2 sono previste diverse linee di ricerca con forti componenti di originatià. In particolare:

- LR2.1: Algoritmi di data fusion su dati grezzi spazialmente risolti ottenuti da strumenti di imaging per la diagnostica
- LR2.2: Metodi ed algoritmi per l'analisi dei pigmenti tramite clustering di dati
- LR2.3: Tecnologie per la metrologia a colori mediante scansione radar e sistemi di reverse engineering operanti in ambienti subacquei
- LR2.4: Strumenti per analisi multi spettrale operanti nella banda dell'ultravioletto
- LR2.5: Tecnologie per la misura dei processi di degrado
- LR2.6: Software innovativi per l'autenticazione delle opere d'arte
- LR2.7: Metodi, modelli e tecnologie per il calcolo del rischio e la valutazione delle priorità di intervento
- LR2.8: Metodi per lo studio di materiali cristallini
- LR2.9: Tecnologie per l'accelerazione di particelle utili all'analisi degli elementi

Rispetto alle tematiche dell'OR3

Nell'OR3 sono previste diverse linee di ricerca con forti componenti di originatià. In particolare:

- LR3.1: Impiego dei materiali compositi per interventi strutturali su beni architettonici con caratteristica di reversibilità dei processi
- LR3.2: Processi di progettazione ed embedding di sensoristica per la funzionalizzazione di materiali per beni architettonici
- LR3.3: Studio di prodotti consolidanti innovativi
- LR3.4: Impiego del laser nei processi di pulitura
- LR3.5: Simulazione dei processi di degrado e durabilità di determinati materiali
- LR3.6: Problematiche di adeguamento sismico, tecnologie e metodologie correlate

Rispetto alle tematiche dell'OR4

Nell'OR4 sono previste diverse linee di ricerca con forti componenti di originatià. In particolare:

- LR4.1: Architetture e networking per il monitoraggio con sensori a radiofrequenza
- LR4.2: Annegamento e remotizzazione di sensori per il monitoraggio strutturale
- LR4.3: Sistemi autonomi (AUV) ed intelligenza artificiale per il monitoraggio di ambienti subacquei
- LR4.4: Algoritmi per il postprocessing di dati morfologici ottenuti da sistemi di scansione: rangemap registration e decimazione
- LR4.5: Metodi per confrontare tecnologie di monitoraggio interno/esterno
- LR4.6: riflettenza da radar ottico a colori e fluorescenza da LIF scanning

Rispetto alle tematiche dell'OR5

Nell'OR5 sono previste diverse linee di ricerca con forti componenti di originatià. In particolare:

- LR5.1: Modelli ed architetture innovative per DataCentre dedicati ai BC
- LR5.2: tecnologie immersive (ti dipo Virtual Reality Centre) per la creazione e la fruizione di contenuti in modalità realtime ed offline
- LR5.3: Miniaturizzazione di componenti di calcolo e visualizzazione per lo sviluppo di kit immersivi trasportabili in unità mobili di fruizione
- LR5.4: Sistemi per la creazione di contenuti multimediali di tipo multi traccia. L'originalità della linea risiede nella possibilità di attivare tracce 3D
- LR5.5: Realtà Aumentata applicata alla fruizione dei beni culturali: i sistemi indossabili per la fruizione di contenuti 3D multimediali in situ
- LR5.6: Tecnologie e metodologie di fruizione dei beni culturali e dei contenuti correlati mediante schermi olografici
- LR5.7: Tecnologie innovative per la gestione,archiviazione e fruizione mediante GIS
- LR5.8: Tecnologie per il broadcasting mobile

Rispetto alle tematiche dell'OR6

Essendo l'OR6 un OR con attività di sviluppo sperimentale non contiene particolari linee d ricerca, bensì metodi e modelli ingegneristici universalmente noti e riconosciuti per la progettazione esecutiva, lo sviluppo e l'integrazione delle tecnologie proposte e studiate negli OR precedenti

Rispetto alle tematiche dell'OR7

Nell'OR7 sono previste diverse linee di ricerca con forti componenti di originatià. In particolare:

- LR7.1: Metodi e trumenti per Auditing verso gli enti gestori per l'individuazione di casi di studio
- LR7.2: Metodologia per la sperimentazione integrata di tecnologie per lo studio, la diagnosi, l'intervento, il monitoraggio, la fruizione e la valorizzaizone
- LR7.3: Feedback su ogni linea di ricerca prevista negli OR precedenti indotta dalla fase di sperimentazione
- LR7.4: Metodi di auditing per il trasferimento tecnologico dei risultati della ricerca

.

Utilità delle conoscenze acquisibili per innovazioni di prodotto/processo/servizio che accrescano la competitività e favoriscano lo sviluppo della richiedente e/o del settore di riferimento e/o eventualmente di uno più settori/ambiti previsti dal bando differenti da quello in cui si colloca il progetto.

Il progetto propone esclusivamente nuove tecnologie per i beni culturali o nuove metodologie per l'impiego di tali tecnologie. Ogni partner industriale, propone nell'idea di progetto prorie soluzioni affrontabili in collaborazione con enti pubblici di ricerca, organismi di ricerca ed Università, pertanto ogni tecnologia è di genesi Italiana e per questo consentirà di ottenere una crescita complessiva del settore.

Da sottolineare che diverse soluzioni proposte potrebbero avere una ripercussione e trasferibilità immediata in altri settori, tra cui:

- Ingegneria Civile e tecniche di adeguamento sismico
- Biomedicale: diagnosi e fusione di diati diagnostici
- Edutainement, broadcasting, trasmissioni televisive ed interattività
- Ambiente e territorio
- industria degli idrocarburi (indagini, supporto a costruzioni di strutture offshore, oleodotti e gasdotti);
- industria delle telecomunicazioni;
- applicazioni militari;
- applicazioni di sicurezza e di protezione civile;
- operazioni minerarie sottomarine;
- monitoraggio e indagini ambientali;
- monitoraggio geologico;

3) COPERTURA FINANZIARIA

Nella seguente tabella è riportata la suddivisione dei costi per anno solare, a partire dalla data di inizio del progetto.

	anno 1	anno 2	anno 3	anno 4	Investimenti complessivi
CETMA	€ 425.000,00	€ 510.000,00	€ 510.000,00	€ 255.000,00	€ 1.700.000,00
Infobyte@ srl	€ 612.500,00	€ 735.000,00	€ 735.000,00	€ 367.500,00	€ 2.450.000,00
QuadraTV srl	€ 137.500,00	€ 165.000,00	€ 165.000,00	€ 82.500,00	€ 550.000,00
AGEOTEC srl	€ 1.000.000,00	€ 1.200.000,00	€ 1.200.000,00	€ 600.000,00	€ 4.000.000,00
Dipietro Group srl	€ 625.000,00	€ 750.000,00	€ 750.000,00	€ 375.000,00	€ 2.500.000,00
TERIN	€ 375.000,00	€ 450.000,00	€ 450.000,00	€ 225.000,00	€ 1.500.000,00
SIPRE srl	€ 47.500,00	€ 57.000,00	€ 57.000,00	€ 28.500,00	€ 190.000,00
TechLab Works	€ 100.000,00	€ 120.000,00	€ 120.000,00	€ 60.000,00	€ 400.000,00
Caccavo srl	€ 375.000,00	€ 450.000,00	€ 450.000,00	€ 225.000,00	€ 1.500.000,00
Cultura e Innovazione S. c. a r. l. - Distretto tecnologico dei beni culturali della Calabria	€ 250.000,00	€ 300.000,00	€ 300.000,00	€ 150.000,00	€ 1.000.000,00
CNR-INO-ISTM-IC	€ 500.000,00	€ 600.000,00	€ 600.000,00	€ 300.000,00	€ 2.000.000,00
ENEA	€ 500.000,00	€ 600.000,00	€ 600.000,00	€ 300.000,00	€ 2.000.000,00
Università del Salento	€ 450.000,00	€ 540.000,00	€ 540.000,00	€ 270.000,00	€ 1.800.000,00
Università di Palermo	€ 250.000,00	€ 300.000,00	€ 300.000,00	€ 150.000,00	€ 1.000.000,00
Università della Calabria	€ 75.000,00	€ 90.000,00	€ 90.000,00	€ 45.000,00	€ 300.000,00
TOTALE	**€ 5.722.500,00**	**€ 6.867.000,00**	**€ 6.867.000,00**	**€ 3.433.500,00**	**€ 22.890.000,00**

I soggetti proponenti, oltre al contributo ministeriale, faranno fronte agli impegni finanziari previsti con risorse proprie (cash flow).

4) VALIDITA' INDUSTRIALE DEL PROGETTO

Coerenza strategica e gestione del progetto

Il Progetto prevede il coinvolgimento di 14 attuatori secondo la formula del contratto co-intestato.
Per l'efficiente gestione del Progetto stesso è prevista la sottoscrizione da parte di tutti i proponenti di un *Consortium Agreement* per la regolamentazione dei rapporti ed obblighi reciproci nei confronti del tutor, del soggetto convenzionato e del Ministero.
In particolare, sarà costituito un comitato di coordinamento cui parteciperanno i rappresentanti dei proponenti e che designerà un coordinatore di tutto il Progetto.

Inoltre sono stati previsti i soggetti coordinatori di OR, nell'ambito del quale, per ogni attività saranno redatti rapporti di attività da parte di ogni soggetto coinvolto e un rapporto riepilogativo a cura del coordinatore dell'attività.

Il coordinatore di OR coordinerà le attività previste dall'OR stesso e curerà la redazione del rapporto riepilogativo di OR.

Si organizzeranno workshop semestrali per verificare i risultati raggiunti.

Competitività tecnologica

I beni culturali costituiscono una risorsa importante per qualsiasi paese, anche sotto il profilo economico, data la formidabile attrattiva turistica che sono in grado di esercitare.
Ciò è particolarmente vero per un paese come l'Italia, che detiene una parte considerevole dell'intero patrimonio artistico mondiale.
Secondo i dati forniti dal MIBAC (Ministero per i Beni e le Attività Culturali italiano), in Italia sono presenti circa 20.000 centri storici, 45.000 fra castelli e giardini, 30.000 dimore storiche, 100.000 chiese, 2.000 siti archeologici e un numero importante tra biblioteche ed archivi.
Di tutti gli 878 siti Unesco nel mondo, ben 43 si trovano in Italia, seguiti dai 40 della Spagna e i 37 della Cina.
Per ciò che riguarda il patrimonio artistico e culturale, l'Italia conta circa 5500 strutture quali musei ed aree archeologiche (nel mondo solo gli Usa, con le loro 8100, ne contano di più); mentre detiene il record di parchi nazionali in Europa (24, contro i 14 della Spagna e i 9 della Francia)
Tali risorse culturali costituiscono un fattore produttivo sostanziale per l'industria turistica italiana, che con i suoi oltre 160 miliardi di euro di fatturato annui rappresenta una cifra pari al 10,5% del PIL nazionale e una percentuale di circa l'11% degli occupati totali, con oltre 2,5 milioni di addetti.
Basti pensare che dal 2001 al 2008 i visitatori dei musei, circuiti museali, monumenti e aree archeologiche statali sono passati da 29,5 a 34,6 milioni, con un incremento percentuale del 17%.
L'esigenza di fare emergere e rafforzare questa filiera economica come una delle opzioni concrete per il rilancio dell'economia italiana ha motivato la scelta di considerare i beni e le attività culturali una delle 5 aree di Industria 2015.
Viene da sé che, con questi importanti valori numerici, solo interventi mirati ed una programmazione efficiente possono garantire la corretta e funzionale custodia e valorizzazione del patrimonio artistico, che è poi alla base del funzionamento del sistema turistico.
Sia che si tratti di una struttura monumentale, piuttosto che di un dipinto o di un reperto archeologico, l'usura prodotta dal tempo pone una serie di problemi per il restauro, la conservazione e la fruizione del bene, che trovano risposte adeguate solo con l'impiego di

soluzioni tecnologiche che l'evoluzione tecnico-scientifica mette progressivamente a disposizione.
Da molti anni il mondo italiano dei beni culturali ha prodotto una serie di raccomandazioni di carattere tecnico, note sotto il nome di Normal, elaborate da Commissioni di esperti per regolamentare soprattutto le attività di restauro.
Più recentemente, il tema è stato ripreso all'interno di una Convenzione stipulata tra l'Uni, l'Ente Nazionale di Normazione, l'Istituto Centrale del Restauro ed il MIBAC, con l'obiettivo di pervenire ad un corpo normativo armonico, da proporre anche in ambito europeo.
La posizione di primo piano nel frattempo assunta dalla componente italiana nel processo di normazione in ambito europeo rappresenta un tangibile riconoscimento del valore della nostra scuola di restauro.
Le attività di ricerca vengono portate avanti soprattutto da Centri di Ricerca e gruppi accademici, dal Cnr, dall'Istituto Centrale del Restauro e riguardano metodologie e tecnologie utilizzabili a scopo diagnostico o a supporto di interventi di recupero, restauro e conservazione.
Per quanto riguarda il mondo industriale, questo si segnala tradizionalmente per la sponsorizzazione di progetti di restauro, anche se in negli ultimi anni si può registrare qualche coinvolgimento importante a livello operativo.
È il caso del recente restauro della Facciata della Basilica di S. Pietro in Vaticano, condotto congiuntamente dalla Fabbrica di S. Pietro e da EniTecnologie, la Società "corporate" per la ricerca e l'innovazione tecnologica dell'Eni.
Va ribadito che l'impiego di mezzi tecnologici deve avvenire in maniera estremamente rispettosa delle caratteristiche e della storia del bene culturale.
Perché ciò avvenga, è importante determinare un approccio multidisciplinare alla ricerca sui beni culturali in cui operino sinergicamente più figure professionali, ognuna con le sue specifiche competenze, quali architetti, storici dell'arte, chimici, fisici, ingegneri.
Le nuove tecnologie si configurano come un insieme di metodi e tecniche prese in prestito da discipline scientifiche tradizionali, quali la fisica e la chimica.
Dalla diagnostica al monitoraggio, dai nuovi materiali alle metodologie di intervento sostenibili, dall'informatica alle tecnologie sostenibili, le ICT hanno supportato e in qualche caso rivoluzionato il settore dei Beni Culturali.
Le tecniche utilizzate possono basarsi sui raggi-x, sui raggi laser, sulle onde sonore, e dar luogo alla creazione di strumentazioni di vario genere, da microscopi, a radar ottici, a macchine multi spettrali.
Successivamente la necessità di gestione nel tempo dei controlli e degli interventi effettuati sui vari beni ha dato impulso all'utilizzo di tecnologie informatiche e delle telecomunicazioni per la memorizzazione in base di dati dei vari rilievi effettuati.
Rientra in tale contesto l'iniziativa del Ministero dei Beni Culturali inerente la digitalizzazione del patrimonio culturale, e infatti un'applicazione sempre più ricorrente nell'utilizzo delle nuove tecnologie applicate ai Beni Culturali è costituita dai GIS, "Geographical Information Systems".
Lo sviluppo di nuovi materiali, di tecniche costruttive innovative, di nuovi strumenti di misurazione e diagnostica e di piattaforme digitali, sono esempi tangibili di come le istituzioni deputate alla conservazione,conoscenza, fruizione e gestione dei beni culturali riescano a convogliare l'interesse del pubblico verso il patrimonio che hanno in custodia, incrementandone il valore.
Occorre continuare in questa direzione, prevedendo metodologie e tecniche ancora più avanzate che consentano una gestione sempre più proficua di tale sistema.
In tal senso il progetto di ricerca industriale proposto si configura come un trait d'union tra i bisogni tecnologici del settore e quelli delle amministrazioni pubbliche e degli enti preposti alla tutela e alla gestione del territorio e del patrimonio culturale.
Un altro obiettivo fondamentale diventa la comunicazione applicata ai beni culturali, sempre in relazione al raggiungimento di un'adeguata valorizzazione.

"Valorizzare" però non equivale a "monetizzare" in modo diretto e immediato i beni culturali, ma piuttosto, ad aumentare le risorse economiche, in seguito ad una corretta comunicazione.
Ecco quindi la messa a punto di nuove modalità fruitive e diffusive e nuovi format narrativi con sistemi di restituzione virtuale (3D), web communication e social network, quali **s**trumento di sostegno a tale valorizzazione.
Le principali possibilità di comunicazione, offerte dalle tecnologie diventano perciò le applicazioni multimediali interattive assieme alle metodologie e alla convergenza dei media; internet, oggi uno straordinario "museo virtuale" accessibile a tutti; le applicazioni per palmari e apparecchi mobili.
Queste applicazioni fungeranno anche da supporto alle attività di studio.
Si pensi infatti all'utilizzo dei dimostratori nei vari campi di applicazione: la strumentazione portatile per la misura UV multi spettrale ad esempio potrà essere utilizzata sia per indagini in situ da parte dei ricercatori, che per dimostrazioni a scopo didattico; stesso discorso per il dimostratore del sistema laser per la scansione a colori o per quello dell'analisi dei pigmenti.
È inoltre da sottolineare che tutte le tecnologie proposte dal progetto IT@CHA saranno sviluppate da ricercatori e aziende italiane: ciò contribuirà al rafforzamento della competitività delle imprese presenti nel partenariato e alla nascita di spin-off gemmati da università, organismi di ricerca e FPR, con evidenti ricadute occupazionali.
Il know-how sviluppato, il grado di innovazione prodotto ed i risultati raggiunti in tale direzione dal progetto proposto dimostreranno come un corretto approccio multidisciplinare possa produrre straordinarie sinergie e ricadute in ambito economico, anche in un settore come quello dei beni culturali, dove la componente storico-artistica mantiene inevitabilmente un'importanza primaria.

Ricadute economiche dei risultati attesi

In questo capitolo cercheremo di fornire dei dati sufficientemente dettagliati, per una stima del mercato potenziale. Non è facile stimare la consistenza dei beni culturali, archeologici, storici ed artistici presenti sul territorio nazionale. L'Italia, conserva su di sé le tracce di una storia millenaria, segnata da una continuità temporale e da una capillarità senza confronti ed incarnata in una miriade di chiese, cappelle, case, palazzi, edifici, giardini, centri storici che danno luogo ad un unico, continuo "paesaggio culturale".

Subito dopo cercheremo anche di ipotizzare un Business Plann derivante dallo sfruttamento economico dei dimostratori i quali potrebbero diventare veri e propri sistemi a valle di ulteriori due anni di industrializzazione necessari dopo la fine del progetto di RI, IT@CHA.

Ad oggi, l'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione del Ministero dei Beni e le Attività Culturali conserva nel suo Archivio Generale circa 5.000.000 di schede, che non esauriscono certo la consistenza numerica del patrimonio artistico.
La Carta del Rischio del Patrimonio Culturale curata dall'Istituto Centrale per il Restauro e presentata nel 1997 fornisce una prima provvisoria stima sulla consistenza dei principali beni archeologici e architettonici nazionali, comprese le strutture edificate dopo il 1959 con funzione di museo, gallerie d'arte, ecc.
Nei 6.300 comuni interessati dalla rilevazione (pari al 78% del totale) sono stati censiti 57.000 beni, di cui oltre 5.000 archeologici, circa 52.000 architettonici, quasi 300 contenitori moderni di opere d'arte.
In particolare, si ha la seguente classificazione:

- ✓ 95.000 chiese (un terzo delle quali di rilevante pregio storico artistico);
- ✓ 1.500 conventi;
- ✓ 20.000 centri storici (1.000 dei quali di "eccezionale qualità");
- ✓ 40.000 tra rocche e castelli;

- ✓ 30.000 dimore storiche con almeno 4.000 giardini;
- ✓ oltre 30.000 archivi e migliaia di biblioteche.

Nelle fig. 8 viene riportata la distribuzione approssimata per epoche della densità dei Beni Artistici e Monumentali nel territorio italiano.

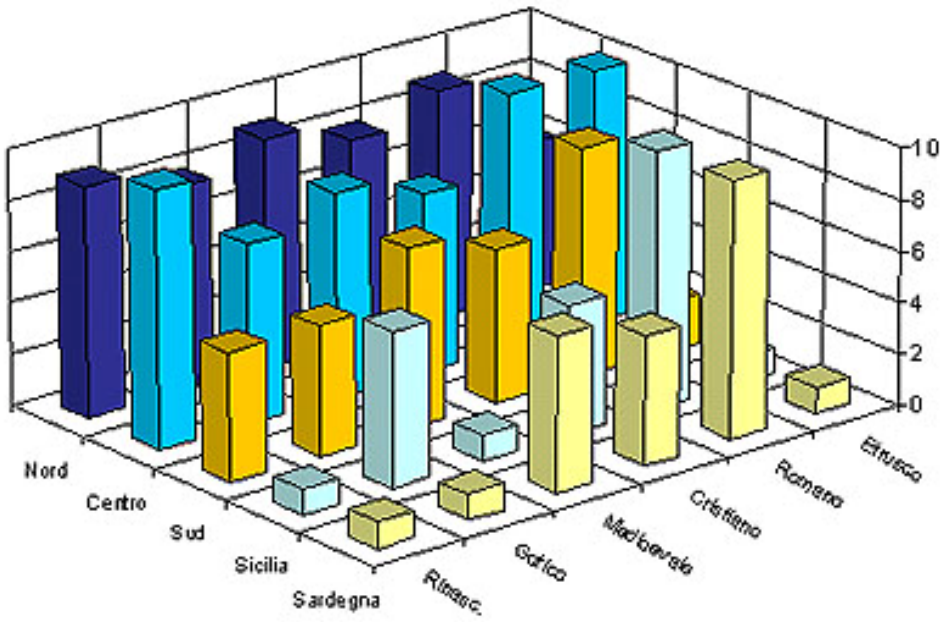

Figura 8 - Distribuzione per epoche della densità dei Beni Culturali.

Bisogna mettere in evidenza che negli ultimi anni è aumentato l'interesse nel campo dei beni culturali; interesse messo in evidenza non solo dal trend positivo di ingressi all'interno di musei, monumenti, aree archeologiche , ma anche dal corrispondente aumento di incassi.

A questo proposito, si può analizzare la fig. 9 nella quale viene messa in evidenza il trend, di crescita, del numero dei visitatori di musei, monumenti ed aree archeologiche negli anni (dati SISTAN – Ufficio Statistica).

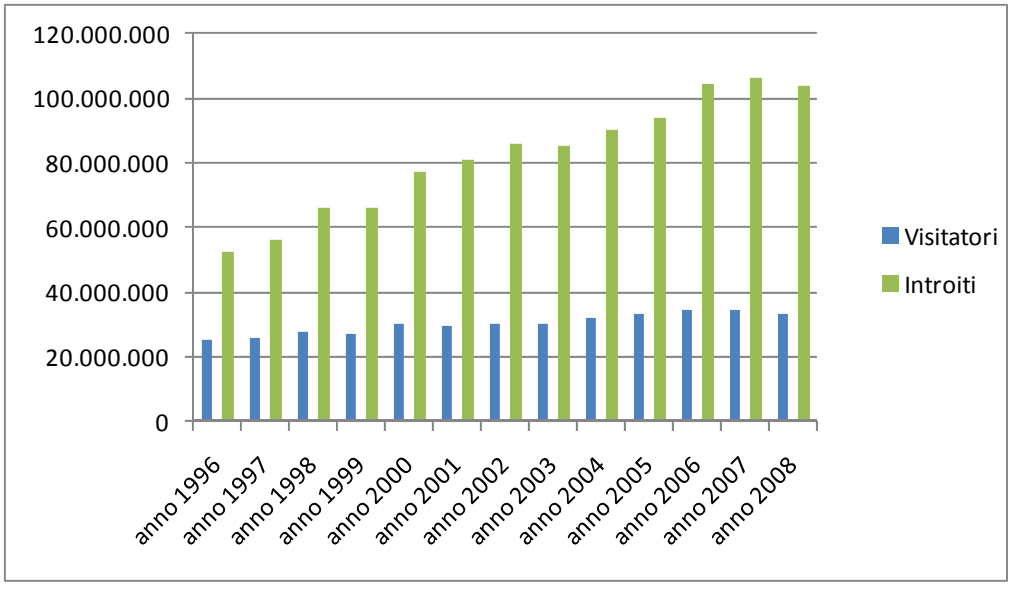

Figura 9 - Numero dei visitatori di musei, monumenti ed aree archeologiche negli anni sul territorio nazionale

L'importanza del patrimonio artistico viene messo in evidenza anche dagli stanziamenti disposti dallo Stato, presenti nella leggi Finanziarie

Alla luce di quanto detto, ed a fronte di un mercato potenziale enorme, nasce l'esigenza di tutelare e di conservare un tale patrimonio; la proposta di progetto si muove in tale direzione incidendo sui seguenti aspetti:

- ottimizzazione della accessibilità alle opere d'arte;
- analisi e caratterizzazione dei materiali costituenti l'opera;
- riconoscimento e classificazione dei fenomeni di degrado;
- acquisizione, elaborazione ed archiviazione dei dati ottenuti dalle analisi svolte;
- alimentazione di sistemi di visita virtuali;
- sviluppo di un sistema digitale informativo su piattaforma Internet per la diffusione dei risultati al fine di avvicinare gli operatori del settore ai moderni sistemi avanzati di analisi.

Fin qui è stato dimostrato che l'Italia ha un mercato potenziale molto ampio dei BC non del tutto fruttato ed esplorato. Le tecnologie proposte in IT@CHA possono aggredire quella fetta di mercato definita dalle tecnologie abilitanti che grazie alla loro trasferibilità in altri settori possono accedere a mercati e business ben più ampi e diversificati.

Proviamo pertanto a delineare un business plan pluriennale che vede a mercato i prototipi principali sviluppati nel progetto. Ovviamente per diventare prodotti e/o servizi è necessario che i partner investano dopo il progetto di ricerca in industrializzazione. A tal fine si stimano ulteriori **due anni** e **3.000.000,00** di investimenti in industrializzazione. Lo scopo del prospetto è quello di misurare due indici di performance degli investimenti complessivi: Valore Attuale Netto (**VAN** con un **tasso di benchmark pari al 4%**), ed il Tasso Interno di Rendimento (**TIR**).
Al fine di definire i flussi lordi annui, si sono definite le possibili opzioni di fatturato per ogni prodotto o servizio potenziale classificandole nel seguente modo:

a) numero di licenze annue
b) numero di contratti di manutenzione annui
c) numero di sistemi venduti anni
d) numero gg di noleggio annue
e) numero di servizi erogati annui

Nella tabella che segue si riporta pertanto lo sviluppo del venduto su ogni opzione di fatturato derivante dai risultati più importanti della ricerca:

Opzioni di fatturato	TIPO/OPZIONE	fatturato unitario	anno0	anno1	anno2	anno3	anno4	anno5	anno6	anno7
sistema per la fusione di dati diagnostici spazialmente risolti	a	4000		1	2	3	4	10	12	10
	b	200		1	2	3	4	10	12	10
	e	1000		5	10	12	15	20	25	20
sistema per l'analisi dei pigmenti	a	40000		1	2	2	5	5	10	8
	b	4000		1	2	2	5	5	10	8
	e	2000		20	30	40	50	60	100	80
sistema laser per la scansione a colori	b	4000		1	1	1	2	3	2	2
	c	400000		1	1	1	2	3	2	2
	d	2000		10	20	30	50	60	50	50
	e	6000		10	20	30	50	60	50	50
sistema per metrologia subacquea operante su piccola/media scala	b	4000		1	1	1	2	3	2	2
	c	400000		1	1	1	2	3	2	2
	d	2000		10	20	30	50	60	50	50
	e	6000		10	20	30	50	60	50	50
microscopio portatile multispettrale per misure di fluorescenza UV-VIS	b	1000		1	2	2	5	5	10	8
	c	50000		1	2	2	5	5	10	8
	e	400		5	7	10	12	15	10	8
servizi di analisi elementale	e	1800		5	7	10	12	15	10	8
sistema: LDI-MS	b	6000		1	2	2	5	5	10	8
	c	100000		1	2	2	5	5	10	8
	e	2000		5	7	10	12	15	10	8
servizi di autenticazione dell'opera	e	20000		2	4	6	8	10	15	20
sistema display olografico e proiezione su schermo per visualizzazione di dati 3D o olografici	c	10000		2	4	6	8	10	15	20
	e	1000		5	7	10	12	15	10	8
AUV	b	20000		1	1	1	2	3	2	2
	c	400000		1	1	1	2	3	2	2
	e	20000		5	7	10	12	15	10	8
centro per il mantenimento dei dati	e	2000		10	20	30	50	60	50	50
piattaforma di fruizione mobile adattiva e multicanale	a	50000		2	4	6	8	10	15	20
	b	6000		5	7	10	12	15	10	8
	c	200000		5	7	10	12	15	10	8
	d	1000		20	40	80	100	120	140	150
	e	1400		20	40	80	100	120	140	150
sistema indossabile per la fruizione in AR	b	10000		5	7	10	12	15	10	8
	c	60000		5	7	10	12	15	10	8
fruizione virtuale in modalità "Steet View"	e	4000		10	50	100	300	500	1000	5000
GEOLOCALART-TV	e	10000		10	20	30	50	60	50	50
Piattaforma GIS	e	200		100	200	1000	5000	7000	9000	10000

Se si osservano gli andamenti del venduto si può notare che lo sviluppo è quello di una gaussiana. Questo andamento è tipico dell'evoluzione del venduto di una tecnologia. Nei primi anni di immissione sul mercato, quando la tecnologia è giovane, consente un penetramento progressivo fino al momento in cui si arriva ad una maturità di picco. Dopo di che se si investe ulteriormente in ricerca ed innovazione di prodotto e se l0'andamento dei mercati lo consente, si può assistere ad una ulteriore crescita. In caso contrario, si assiste al fenomeno dell'obsolescenza, ovvero la penetrazione di mercato comincia ad esaurire le proprie potenzialità fino al punto in cui è necessario non investire più sul prodotto. Di seguito è riportato un esempio di andamento, che è quello relativo all'opzione di fatturato e) del "sistema di analisi dei pigmenti" :

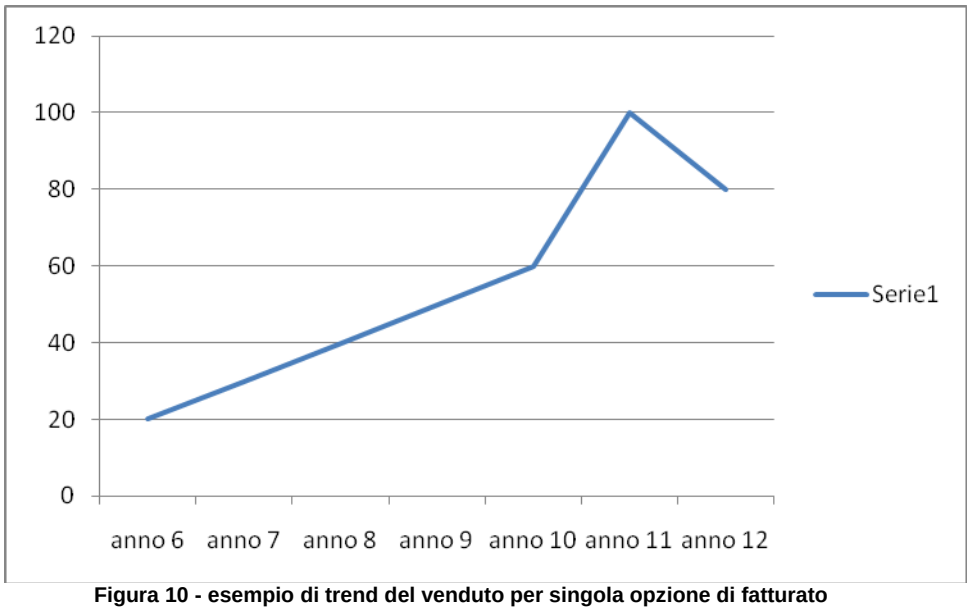

Figura 10 - esempio di trend del venduto per singola opzione di fatturato

Ipotizzando una incidenza media prudenziale dei costi di produzione del **40%,** il fatturato cumulato che si ottiene aggiunto ai flussi iniziali negativi (Ricerca ed industrializzazione), genera un Margine lordo annuo riportato di seguito:

margine lordo	-25000000	2.119.320,00	3.019.680,00	4.115.160,00	7.012.320,00	9.334.200,00	9.893.640,00	19.233.360,00

Il calcolo degli indici di performance è pertanto il seguente:

VAN (4%) = € 18.835.360,24
TIR = 17%

Ovviamente l'analisi sopra riportata è cumulativa e propone uno dei possibili scenari. Il risultato però dimostra che il progetto IT@CHA è in grado con le sue proposte tecnologiche di generare valore.

Infine, Occorre evidenziare che il CETMA partecipa al progetto in quanto Organismo di Ricerca e quindi esso svolge in questo progetto "attività non economica" (secondo l'accezione prevista dalla Comunicazione UE 2006/C 323/01) vale a dire che svolge attività di R&S indipendente, anche in collaborazione, in vista di maggiore conoscenza e di maggiore qualificazione e formazione delle risorse umane.
Le ricadute economiche conseguenti alle attività di progetto del CETMA possono essere però valutate in termini indiretti in quanto organizzazione che contribuisce allo sviluppo economico e tecnologico del territorio, come meglio evidenziato nel successivo paragrafo.

Previste ricadute occupazionali

La proposta di progetto IT@CHA, se attuata, favorirà la nascita di **nuove figure professionali** ad altissimo livello di competenze nell'ambito dello sviluppo di strumenti ad alto contenuto tecnlogico e applicazioni di tali tecnologie al settore dei beni culturali. I risultati attesi del progetto favoriranno la creazione di PMI di servizi per la tutela dei beni culturali, nonché lo sviluppo delle strutture produttive delle aziende già presenti su tale mercato.
In entrambi i casi, le imprese coinvolte nei risultati della ricerca in oggetto beneficeranno di una forza competitiva che consentirà l'apertura e l'esplorazione di nuove aree di business in Italia. Si tratta di produrre tecnologie completamente Italiane, e innovative.
Ciò premesso, si prevede un incremento della domanda di lavoro qualificato sia presso imprese produttrici di prodotti e/o servizi inerenti alla salvaguardia del patrimonio artistico, sia attraverso la gemmazione di piccole aziende che possano svolgere attività di monitoraggio, diagnosi, conservazione e restauro che la richiesta di personale qualificato da parte di realtà già presenti ed operanti sul territorio.
Si stima un incremento di personale dedicate all'area di R&S durante il corso della ricerca. Successivamente, in fase di diffusione dei risultati, è previsto un ulteriore incremento di personale presso le aziende coinvolte nel progetto ed una ricaduta occupazionale presso gli enti partecipanti e le imprese collegate.
In particolare si prevede la formazione di personale impiegato nei progetti di ricerca, la riqualificazione del personale di ricerca ed in particolare di quello qualificato nel settore ICT e della tutela dei beni artistici, il distacco di ricercatori da enti pubblici e Università a PMI, la formazione di figure qualificate nonché di professionalità che consentano di rafforzare i collegamenti tra sistema formativo –scientifico e imprenditoriale.

Non meno economicamente rilevante sarà la qualificazione professionale dell'intero micro-sistema socioeconomico territoriale delle aree dell'obiettivo 1 e il potenziamento della sua capacità produttiva, anche nel bacino mediterraneo.
In conclusione, ai fini delle ricadute occupazionali, è da sottolineare che per quanto concerne le ricadute dirette del progetto, esso prevede attività su tre anni solari per **225** anni uomo e ciò significa che i soggetti coinvolti nella proposta impiegheranno **75** persone l'anno per lo svolgimento delle attività di ricerca. A queste vanno sommate le ricadute dovute all'indotto che il progetto porterà grazie alla sicura riqualificazione e specializzazione del personale di ricerca, ed ai potenziali impatti sul mercato del lavoro dovuto alle future attività di sviluppo precompetitivo ed industrializzazione dei risultati.
Va inoltre sottolineato che accanto al progetto di ricerca IT@CHA si propone un progetto di formazione nelle tematiche della diagnostica dei beni artistici nel sommerso e nell'emerso. La figura professionale output avrà non solo conoscenze teoriche sull'impiego di tecnologie standard e consolidate, ma sarà anche un profondo conoscitore delle procedure e metodologie che mettono in campo gli strumenti innovativi previsti nel progetto. Ciò darà al discente vantaggio competitivo nel mondo del lavoro sempre più esigente in termini di competenze specifiche di settore.

Un caso particolare è il consorzio CETMA, il quale in termini di dimensioni, con i suoi 75 addetti (marzo 2010) è una delle realtà di ricerca industriale ed applicata con una compagine pubblico-privata tra le più rilevanti d'Italia (cfr. Censimento Industriale ISTAT 2001 cat. 73100 ATECO2002) e certamente una dei più grandi centri di ricerca (di tipo privatistico e senza scopo di lucro) nel Mezzogiorno non collegato a grandi gruppi industriali. In quanto tale esso è un attore particolarmente attivo nell'animare e sostenere il mercato del lavoro del capitale umano particolarmente qualificato come quello dei ricercatori e dei tecnici di ricerca in un contesto economico locale incrementando la capacità di assorbimento da parte del sistema produttivo locale di queste figure professionali grazie alle funzioni di raccordo che il CETMA svolge tra il mondo della ricerca e quello delle imprese. A fronte dei 75 addetti attuali, il CETMA ha rappresentato negli anni uno sbocco occupazionale e di formazione di elevata qualificazione per oltre 200 figure professionali: più di un centinaio persone quindi, dopo un periodo di elevata qualificazione presso il CETMA, ha trovato occupazione o presso i soci del CETMA o presso altre imprese, favorendo in questo modo la crescita e lo sviluppo del territorio.

La partecipazione del CETMA al progetto ha due effetti sulle ricadute occupazionali sul territorio:

- da una parte, il consorzio sostiene ed alimenta direttamente il mercato del lavoro altamente qualificato attenuando il problema della scarsa capacità delle imprese meridionali di assorbire capitale umano qualificato a causa di dimensioni aziendali estremamente ridotte (Cfr. PON R&C pagg. 43 e segg.);
- dall'altra, il consolidamento di un aggregato di competenze multidisciplinari -adeguato per dimensioni e per dotazioni strumentali d'avanguardia - consente al CETMA di porsi come un efficace centro per l'innovazione tecnologico che favorisce il trasferimento di conoscenze attraverso la predisposizione e gestione di servizi tecnici, che richiedono l'utilizzo di strumentazione e competenze complesse, non facilmente accessibile nel contesto meridionale. Come viene riconosciuto anche nel doc. PON R&C (pagg. 24 e segg.) la possibilità di instaurare relazioni di prossimità da parte delle piccole imprese locali con un tale organismo scientifico-tecnologico costituisce una condizione ottimale per accedere a servizi ad alto valore aggiunto. Grazie a queste relazioni che vanno dai servizi avanzati alla ricerca cooperativa, le imprese, anche piccole, possono più

facilmente intraprendere processi di sviluppo tecnologico ed economico che favoriscono a loro volta l'assorbimento di professionalità qualificate di natura tecnico-scientifica.

Impatto atteso sul riposizionamento strategico del sistema socioeconomico delle Regioni della Convergenza

Coerentemente con le direttive definite dall'Unione Europea, il Ministero per l'Innovazione e le Tecnologie**,** nel giugno del 2002 ha sancito le Linee Guida del Governo per lo sviluppo della Società dell'Informazione nella legislatura, specificando in particolare che « Le nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT), con il loro grande potenziale di innovazione, costituiscono uno strumento la cui pervasività investe quasi tutti i settori della vita di un Paese; uno strumento necessario per l'attuazione di un disegno di cambiamento *[…]* Presupposto fondamentale della strategia definita dal governo è la collaborazione sia con le Amministrazioni Centrali e Locali, che con il mondo dell'economia, della ricerca e del sociale ».

L'Italia ha recepito le direttive dell'Unione Europea attraverso un'azione di regionalizzazione, sia concernente i compiti relativi alla individuazione degli obiettivi specifici per lo sviluppo della società dell'informazione, che per la gestione dei programmi e l'attuazione degli interventi.

Le regioni della convergenza appartengono al mezzogiorno di Italia e hanno obiettivi strategici comuni, puntando al rilancio socio-economico attraverso la promozione, valorizzazione e diffusione della Ricerca e dell'Innovazione per la Competitività" e la "Competitività dei sistemi produttivi e Occupazione" .

La creazione e lo sviluppo delle tipologie di prodotti e/o servizi previste nel progetto, caratterizzati da un elevato livello di innovazione tecnologica, costituirà sicuramente un valore aggiunto alle azioni di tutela dei beni culturali da parte delle regioni della convergenza, oltre che incrementare il dialogo con altre regioni e Paesi, e la produzione di nuova conoscenza, e darà loro dunque un ruolo scientifico ancora più significativo.

Il risultato del progetto consisterà inoltre nella realizzazione di nuovi prodotti e servizi integrati, caratterizzati da una significativa innovazione tecnologica, che porterà ad un incremento della competitività delle regioni di convergenza, consentendo di estrarre dal territorio/patrimonio culturale il massimo del suo potenziale economico e di creare una opzione concreta per rilanciare l'economia di queste regioni.

Il rilancio del sistema socio-economico avverrà attraverso la deframmentazione del settore e delle tipologie degli attori coinvolti (dalle PMI agli artigiani).

Il sistema previsto è infatti in grado di riunire infatti produttori di tecnologie quali centri di ricerca, società di costruzioni, società di design, società di informatica e telecomunicazione, con utilizzatori di tecnologie, come le amministrazioni pubbliche, molte delle quali hanno espresso formalmente profondo interesse per le tematiche del progetto (vedi manifestazione di interesse allegate al progetto).

Altri beneficiari utilizzatori di tecnologie saranno le realtà artigiane e le cooperative, i gestori di servizi museali, i promotori culturali, le infrastrutture per il trasporto turistico.

Tecnologie, materiali e conoscenze non solo per conservare e valorizzare i resti del passato, ma anche per costruire il futuro.

Previsione della localizzazione dello sfruttamento industriale

In primo luogo lo sfruttamento industriale dei risultati della ricerca sarà localizzato nei territori in cui i partner risiedono ed operano. La rete di competenze ottenute dall'aggregazione di know-

how e tecnologie messe a punto nell'ambito della presente proposta di progetto, pone le basi, dal punto di vista dei partner pubblici, nelle fondamenta di centri di eccellenza in grado di avvicinare le università alle esigenze delle pubbliche amministrazioni e soprintendenze grazie ai forti investimenti proposti nelle tecnologie di interconnessione e connettività.
Da parte dei privati nella nascita di nuove aziende di servizi ed ampliamento dei mercati delle imprese, coinvolte in misura coerente al dimensionamento del mercato potenziale.
In linea di principio possiamo affermare che lo sfruttamento dei risultati sarà, nel medio periodo e a valle della fine delle attività di ricerca, localizzato nel bacino mediterraneo ma, data l'applicabilità su vasta scala dei risultati e le ricadute in altri settori, tale localizzazione perderà le caratteristiche di confinamento geografico.

5) Articolazione dei Costi -Personale e consulenze al netto delle spese generali (per ogni soggetto proponente)

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	TIPOLOGIA RI SS	PERSONALE										CONSULENZA									
			87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricomprese fra le precedenti	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale	87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricompres	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale
			Calabria	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*							*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*						
OR1	**1.1**	RI	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	**1,8**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	1.2	RI	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	**5,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	1.3	RI	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	**2,5**	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**3,0**
	1.4	RI	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	**4,1**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	1.5	RI	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	**5,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	1.6	RI	0,0	0,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,3	**2,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
OR2	**2.1**	RI	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	**2,2**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	2.2	RI	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	2.3	RI	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,8**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	2.4	RI	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	2.5	RI	0,0	0,7	0,1	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	**1,8**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	2.6	RI	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	**4,2**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	2.7	RI	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	2.8	RI	0,0	0,0	0,0	12,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**12,3**	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,0**
	2.9	RI	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	2.10	RI	0,6	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,2**
	2.11	RI	0,6	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	**0,1**
	2.12	RI	0,6	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**4,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	2.13	RI	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,8**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
OR3	**3.1**	RI	0,0	0,3	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,2**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	3.2	RI	0,0	0,3	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,2**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	3.3	RI	0,0	9,7	1,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**11,9**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	**0,5**
	3.4	RI	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	3.5	RI	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	3.6	RI	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	3.7	RI	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	3.8	RI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	**5,3**	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,5**
OR4	**4.1**	RI	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,7**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	4.2	RI	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,9**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	4.3	RI	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	4.4	RI	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	**6,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	**2,0**
	4.5	RI	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,7**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	**1,0**
	4.6	RI	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	**1,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,2**
	4.7	RI	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
OR 5	**5.1**	RI	0,0	0,7	0,6	3,7	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	**5,4**	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,0**
	5.2	RI	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**6,7**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	5.3	RI	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	**7,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	5.4	RI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	5.5	RI	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,5**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	5.6	RI	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,5**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	5.7	RI	1,7	0,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	**1,1**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	5.8	RI	0,0	2,2	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**4,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	5.9	RI	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**3,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	5.10	RI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	**5,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
OR 6	**6.1**	SS	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**3,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	6.2	SS	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,5**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	6.3	SS	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	6.4	SS	0,0	0,0	0,4	1,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**1,8**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	**4,0**
	6.5	SS	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,5**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	6.6	SS	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	6.7	SS	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**3,5**	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,0**
	6.8	SS	0,5	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,5**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	**0,9**
	6.9	SS	0,0	1,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,9**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	6.10	SS	0,0	0,0	0,3	2,8	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**3,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	**2,0**
	6.11	SS	0,0	0,3	1,4	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,4	**2,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	6.12	SS	0,5	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	**4,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	6.13	SS	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,7**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	6.14	SS	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,9**	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,5**
	6.15	SS	0,0	1,9	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**4,2**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	6.16	SS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	6.17	SS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	**0,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
OR7	**7.1**	RI	0,0	0,8	2,9	2,5	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	**6,8**	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	**1,2**
	7.2	RI	0,0	0,8	3,1	2,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	**6,5**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,2**
	7.3	RI	0,2	1,4	2,8	2,0	0,0	0,0	0,3	0,0	1,0	**7,5**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,2**
	7.4	RI	0,2	0,8	3,1	2,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	**6,8**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,2**
	7.5	RI	0,0	0,8	2,8	2,5	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	**6,7**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,2**
	7.6	RI	0,0	0,8	2,8	2,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	**6,2**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
			4,9	**27,5**	**99,6**	**50,3**	**0,0**	**0,0**	**7,9**	**0,0**	**18,9**	**204,2**	**1,5**	**0,0**	**3,0**	**5,7**	**0,0**	**0,0**	**12,7**	**0,0**	**0,0**	**22,8**

CETMA

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	TIPOLOGIA RI SS	PERSONALE										CONSULENZA									
			87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricomprese fra le precedenti	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale	87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricompres	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale
			Calabria	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*							*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*						
OR1	**1.1**	RI			0,9							**0,9**										**0,0**
	1.2	RI			0,5							**0,5**										**0,0**
	1.3	RI			0,9							**0,9**			3,0							**3,0**
OR2	**2.1**	RI			0,9							**0,9**										**0,0**
	2.2	RI			0,9							**0,9**										**0,0**
OR3	**3.1**	RI			0,9							**0,9**										**0,0**
	3.2	RI			0,9							**0,9**										**0,0**
	3.3	RI			0,5							**0,5**										**0,0**
OR4	**4.2**	RI			0,9							**0,9**										**0,0**
OR 5	**5.5**	RI			0,9							**0,9**										**0,0**
	5.6	RI			0,9							**0,9**										**0,0**
	5.7	RI			0,9							**0,9**										**0,0**
OR 6	**6.15**	SS			1,3							**1,3**										**0,0**
OR7	**7.1**	RI			0,5							**0,5**										**0,0**
	7.2	RI			0,5							**0,5**										**0,0**
	7.3	RI			0,5							**0,5**										**0,0**
	7.4	RI			0,5							**0,5**										**0,0**
	7.5	RI			0,5							**0,5**										**0,0**
	7.6	RI			0,5							**0,5**										**0,0**
			0,0	**0,0**	**17,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**17,0**	**0,0**	**0,0**	**3,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**3,0**

Infobyte@

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	TIPOLOGIA RI SS	PERSONALE										CONSULENZA									
			87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricomprese fra le precedenti	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale	87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricompres	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale
			Calabria	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*							*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*						
OR 5	**5.1**	RI			0,6							**0,6**										**0,0**
	5.2	RI			6,7							**6,7**										**0,0**
	5.3	RI			6,7							**6,7**										**0,0**
	5.5	RI			0,6							**0,6**										**0,0**
	5.6	RI			0,6							**0,6**										**0,0**
OR 6	**6.11**	SS			1,4							**1,4**										**0,0**
	6.12	SS			1,7							**1,7**										**0,0**
	6.13	SS			1,7							**1,7**										**0,0**
OR7	**7.1**	RI			0,6							**0,6**										**0,0**
	7.2	RI			0,6							**0,6**										**0,0**
	7.3	RI			0,6							**0,6**										**0,0**
	7.4	RI			0,6							**0,6**										**0,0**
	7.5	RI			0,6							**0,6**										**0,0**
	7.6	RI			0,6							**0,6**										**0,0**
			0,0	**0,0**	**23,8**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**23,8**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**

Quadra TV

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	TIPOLOGIA RI / SS	PERSONALE										CONSULENZA									
			87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricomprese fra le precedenti	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale	87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricompres	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale
			Calabria	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*							*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*						
OR 5	**5.9**	RI			3,4							**3,4**										**0,0**
	5.10	RI			0,0							**0,0**										**0,0**
OR 6	**6.12**	SS			1,1							**1,1**										**0,0**
OR7	**7.1**	RI			0,2							**0,2**										**0,0**
	7.2	RI			0,2							**0,2**										**0,0**
	7.3	RI			0,2							**0,2**										**0,0**
	7.4	RI			0,2							**0,2**										**0,0**
	7.5	RI			0,2							**0,2**										**0,0**
	7.6	RI			0,2							**0,2**										**0,0**
			0,0	**0,0**	**6,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**6,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**

AGEOTEC

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	TIPOLOGIA RI / SS	PERSONALE										CONSULENZA									
			87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricomprese fra le precedenti	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale	87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricompres	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale
			Calabria	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*							*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*						
OR2	**2.5**	RI				0,3						**0,3**										**0,0**
OR4	**4.4**	RI				6,3						**6,3**							2,0			**2,0**
	4.5	RI				0,3						**0,3**							1,0			**1,0**
OR 6	**6.4**	SS				1,2						**1,2**							4,0			**4,0**
	6.10	SS				2,8						**2,8**							2,0			**2,0**
OR7	**7.1**	RI				0,3						**0,3**										**0,0**
	7.2	RI				0,3						**0,3**										**0,0**
	7.3	RI				0,3						**0,3**										**0,0**
	7.4	RI				0,3						**0,3**										**0,0**
	7.5	RI				0,3						**0,3**										**0,0**
	7.6	RI				0,3						**0,3**										**0,0**
			0,0	**0,0**	**0,0**	**13,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**13,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**9,0**	**0,0**	**0,0**	**9,0**

DIPIETROGROUP

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	TIPOLOGIA RI / SS	PERSONALE										CONSULENZA									
			87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricomprese fra le precedenti	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale	87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricompres	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale
			Calabria	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*							*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*						
OR2	**2.8**	RI				12,3						**12,3**				2,0						**2,0**
OR 6	**6.7**	SS				3,5						**3,5**				1,0						**1,0**
OR7	**7.1**	RI				0,9						**0,9**										**0,0**
	7.2	RI				0,9						**0,9**										**0,0**
	7.3	RI				0,9						**0,9**										**0,0**
	7.4	RI				0,9						**0,9**										**0,0**
	7.5	RI				0,9						**0,9**										**0,0**
	7.6	RI				0,9						**0,9**										**0,0**
			0,0	**0,0**	**0,0**	**21,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**21,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**3,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**3,0**

TERIN

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	TIPOLOGIA RI / SS	PERSONALE										CONSULENZA									
			87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricomprese fra le precedenti	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale	87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricompres	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale
			Calabria	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*							*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*						
OR1	**1.1**	RI			0,7							**0,7**										**0,0**
	1.2	RI			4,8							**4,8**										**0,0**
	1.3	RI			0,7							**0,7**										**0,0**
	1.4	RI			3,8							**3,8**										**0,0**
	1.5	RI			3,8							**3,8**										**0,0**
	1.6	RI			1,0							**1,0**										**0,0**
OR2	**2.1**	RI			1,0							**1,0**										**0,0**
	2.12	RI			4,0							**4,0**										**0,0**
OR 6	**6.12**	SS			1,1							**1,1**										**0,0**
OR7	**7.1**	RI			0,7							**0,7**										**0,0**
	7.2	RI			1,0							**1,0**										**0,0**
	7.3	RI			0,7							**0,7**										**0,0**
	7.4	RI			1,0							**1,0**										**0,0**
	7.5	RI			0,7							**0,7**										**0,0**
	7.6	RI			0,7							**0,7**										**0,0**
			0,0	**0,0**	**25,5**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**25,5**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**

SIPRE

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	TIPOLOGIA RI / SS	PERSONALE										CONSULENZA									
			87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricomprese fra le precedenti	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale	87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricompres	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale
			Calabria	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*							*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*						
OR3	**3.3**	RI			1,34							**1,3**										**0,0**
OR 6	**6.15**	SS			0,45							**0,5**										**0,0**
	6.16	SS			0,00							**0,0**										**0,0**
	6.17	SS			0,00							**0,0**										**0,0**
OR7	**7.1**	RI			0,20							**0,2**										**0,0**
	7.2	RI			0,10							**0,1**										**0,0**
	7.3	RI			0,10							**0,1**										**0,0**
	7.4	RI			0,10							**0,1**										**0,0**
	7.5	RI			0,10							**0,1**										**0,0**
	7.6	RI			0,10							**0,1**										**0,0**
			0,0	**0,0**	**2,5**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**2,5**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**

TechLab Works

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	TIPOLOGIA RI / SS	PERSONALE										CONSULENZA									
			87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricomprese fra le precedenti	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale	87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricompres	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale
			Calabria	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*							*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*						
OR 5	**5.1**	RI				3,7						**3,7**				2,0						**2,0**
OR 6	**6.14**	SS				0,9						**0,9**				0,5						**0,5**
OR7	**7.1**	RI				0,3						**0,3**				0,2						**0,2**
	7.2	RI				0,3						**0,3**										**0,0**
	7.3	RI				0,3						**0,3**										**0,0**
	7.4	RI				0,5						**0,5**										**0,0**
	7.5	RI				0,3						**0,3**										**0,0**
	7.6	RI				0,3						**0,3**										**0,0**
			0,0	**0,0**	**0**	**6,4**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**6,4**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**2,7**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**2,7**

CACCAVO

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	TIPOLOGIA RI SS	PERSONALE										CONSULENZA									
			87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricomprese fra le precedenti	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale	87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricompres	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale
			Calabria	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*							*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*						
OR3	**3.1**	RI		0,3								**0,3**										**0,0**
	3.2	RI		0,3								**0,3**										**0,0**
	3.3	RI		9,7								**9,7**										**0,0**
	3.4	RI		0,3								**0,3**										**0,0**
	3.5	RI		0,3								**0,3**										**0,0**
	3.6	RI		0,3								**0,3**										**0,0**
	3.7	RI		0,3								**0,3**										**0,0**
OR 6	**6.15**	SS		1,9								**1,9**										**0,0**
OR7	**7.1**	RI		0,3								**0,3**										**0,0**
	7.2	RI		0,3								**0,3**										**0,0**
	7.3	RI		1,0								**1,0**										**0,0**
	7.4	RI		0,3								**0,3**										**0,0**
	7.5	RI		0,3								**0,3**										**0,0**
	7.6	RI		0,3								**0,3**										**0,0**
			0,0	**16,5**	**0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**16,5**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**

Cultura & Innovazione

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	TIPOLOGIA RI SS	PERSONALE										CONSULENZA									
			87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricomprese fra le precedenti	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale	87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricompres	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale
			Calabria	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*							*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*						
OR1	**1.1**	RI	0,3									**0,3**										**0,0**
	1.2	RI	0,3									**0,3**										**0,0**
	1.3	RI	1,0									**1,0**										**0,0**
	1.4	RI	0,3									**0,3**										**0,0**
	1.5	RI	1,5									**1,5**										**0,0**
	1.6	RI	0,3									**0,3**										**0,0**
OR2	**2.1**	RI	0,3									**0,3**										**0,0**
OR3	**3.8**	RI	5,3									**5,3**	1,5									**1,5**
OR4	**4.6**	RI	0,3									**0,3**										**0,0**
OR 5	**5.3**	RI	0,3									**0,3**										**0,0**
	5.10	RI	5,3									**5,3**										**0,0**
OR 6	**6.11**	SS	0,4									**0,4**										**0,0**
	6.12	SS	0,4									**0,4**										**0,0**
	6.17	SS	0,4									**0,4**										**0,0**
OR7	**7.1**	RI	0,3									**0,3**										**0,0**
	7.2	RI	0,3									**0,3**										**0,0**
	7.3	RI	1,0									**1,0**										**0,0**
	7.4	RI	0,3									**0,3**										**0,0**
	7.5	RI	0,3									**0,3**										**0,0**
	7.6	RI	0,3									**0,3**										**0,0**
			18,9	**0,0**	**0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**18,9**	**1,5**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**1,5**

CNR

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	TIPOLOGIA RI SS	PERSONALE										CONSULENZA									
			87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricomprese fra le precedenti	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale	87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricompres	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale
			Calabria	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*							*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*						
OR2	**2.2**	RI	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,4**										**0,0**
	2.3	RI	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,8**										**0,0**
	2.6	RI	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	**4,2**										**0,0**
	2.13	RI	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,8**										**0,0**
OR3	**3.5**	RI	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,2**										**0,0**
OR 5	**5.8**	RI	0,0	2,2	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**4,0**										**0,0**
OR 6	**6.1**	SS	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,4**										**0,0**
	6.2	SS	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,5**										**0,0**
	6.5	SS	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,5**										**0,0**
	6.9	SS	0,0	1,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,9**										**0,0**
	6.15	SS	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,4**										**0,0**
OR7	**7.1**	RI	0,0	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,9**										**0,0**
	7.2	RI	0,0	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,9**										**0,0**
	7.3	RI	0,0	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,9**										**0,0**
	7.4	RI	0,0	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,9**										**0,0**
	7.5	RI	0,0	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,9**										**0,0**
	7.6	RI	0,0	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,9**										**0,0**
			0,0	**7,7**	**12,7**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**3,4**	**0,0**	**0,0**	**23,8**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**

ENEA

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	TIPOLOGIA RI SS	PERSONALE										CONSULENZA									
			87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricomprese fra le precedenti	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale	87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricompres	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale
			Calabria	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*							*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*						
OR1	**1.6**	RI	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	**1,1**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
OR2	**2.4**	RI	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	2.5	RI	0,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	**1,5**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
OR4	**4.3**	RI	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	4.4	RI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	**0,1**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	4.5	RI	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	4.7	RI	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
OR 5	**5.1**	RI	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	**1,1**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	5.7	RI	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	**0,2**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
OR 6	**6.3**	SS	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	6.4	SS	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	6.10	SS	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	**0,5**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	6.11	SS	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	**0,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
OR7	**7.1**	RI	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	**0,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	7.2	RI	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	**0,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	7.3	RI	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	**0,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	7.4	RI	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	**0,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	7.5	RI	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	**0,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	7.6	RI	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	**0,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
			0,0	**3,3**	**1,7**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**4,4**	**0,0**	**0,0**	**9,4**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**

Università del Salento (Unisal)

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	TIPOLOGIA RI / SS	PERSONALE										CONSULENZA									
			87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricomprese fra le precedenti	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale	87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricompres	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale
			Calabria	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*							*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*						
OR2	**2.7**	RI			2,0							**2,0**										**0,0**
	2.9	RI			2,0							**2,0**										**0,0**
OR3	**3.6**	RI			0,7							**0,7**										**0,0**
	3.7	RI			0,7							**0,7**										**0,0**
OR4	**4.1**	RI			1,7							**1,7**										**0,0**
OR 6	**6.6**	SS			2,0							**2,0**										**0,0**
	6.15	SS			0,2							**0,2**										**0,0**
OR7	**7.1**	RI			0,2							**0,2**										**0,0**
	7.2	RI			0,2							**0,2**										**0,0**
	7.3	RI			0,2							**0,2**										**0,0**
	7.4	RI			0,2							**0,2**										**0,0**
	7.5	RI			0,2							**0,2**										**0,0**
	7.6	RI			0,2							**0,2**										**0,0**
			0,0	**0,0**	**10,5**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**10,5**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**

Università di Palermo(UNIPA)

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	TIPOLOGIA RI / SS	PERSONALE										CONSULENZA									
			87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricomprese fra le precedenti	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale	87.3a Convergenza				87.3a Altro	87.3c	Aree Nazionali non ricompres	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale
			Calabria	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*							*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*						
OR2	**2.10**	RI				1,0						**1,0**							0,2			**0,2**
	2.11	RI				1,0						**1,0**							0,1			**0,1**
OR3	**3.3**	RI				0,4						**0,4**							0,5			**0,5**
OR4	**4.6**	RI				1,0						**1,0**							0,2			**0,2**
OR 6	**6.8**	SS				2,5						**2,5**							0,9			**0,9**
OR7	**7.1**	RI				1,0						**1,0**							1,0			**1,0**
	7.2	RI				0,5						**0,5**							0,2			**0,2**
	7.3	RI				0,5						**0,5**							0,2			**0,2**
	7.4	RI				0,5						**0,5**							0,2			**0,2**
	7.5	RI				1,0						**1,0**							0,2			**0,2**
	7.6	RI				0,5						**0,5**										**0,0**
			0,0	**0,0**	**0,0**	**9,9**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**9,9**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**3,7**	**0,0**	**0,0**	**3,7**

Università della Calabria (UNICAL)

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	TIPOLOGIA	PERSONALE										CONSULENZA									
		RI	87.3a Convergenza				87.3a	87.3c	Aree Nazionali non ricomprese fra le	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale	87.3a Convergenza				87.3a	87.3c	Aree Nazionali non ricompre	Aree UE (esclusa Italia)	Extra UE	Totale
		SS	*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*	Altro						*Calabria*	*Campania*	*Puglia*	*Sicilia*	Altro					
OR2	**2.10**	RI	0,6									**0,6**										**0,0**
	2.11	RI	0,6									**0,6**										**0,0**
	2.12	RI	0,6									**0,6**										**0,0**
OR 5	**5.7**	RI	1,7									**1,7**										**0,0**
OR 6	**6.8**	SS	0,5									**0,5**										**0,0**
	6.12	SS	0,5									**0,5**										**0,0**
OR7	**7.3**	RI	0,2									**0,2**										**0,0**
	7.4	RI	0,2									**0,2**										**0,0**
			4,9	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**4,9**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**

Altri costi

Di seguito si riporta il dettaglio delle altre voci di costo per ogni soggetto proponente:

CETMA	**COSTO**
render farm	*60.000,00*
laser scanner	*95.000,00*
Stroradge area network	*30.000,00*
Visualization System	80.000,00
altri costi minori	15.000,00
TOTALE	**€ 280.000,00**

DIPIETRO G.	**COSTO**
Sistema spettroscopia Raman	€ 200.000,00
Analizzatore massa Trasportabile TOF	€ 100.000,00
Laser UV	€ 50.000,00
LaserIR	€ 100.000,00
Sorgente DART	€ 100.000,00
Sortgente DESI	€ 100.000,00
Analizzatore massa Trasportabile Trappola Ionica	€ 100.000,00
TOTALE	**€ 750.000,00**

AGEOTEC	**COSTO**
D-GPS	€ 4.300,00
INS	€ 155.000,00
DVL	€ 40.000,00
MBES	€ 200.000,00
MPS	€ 35.000,00
SSS	€ 80.000,00
SBP	€ 90.000,00
MAGNETOMETRO	€ 35.000,00
USBL	€ 200.000,00
MODEM	€ 40.000,00
Sonda Multiparametrica	€ 30.000,00
Batterie	€ 300.000,00
Propulsori	€ 30.000,00
RDPS	€ 450.000,00
LARS	€ 400.000,00
Materiali in fibra, stampi e gallegianti	€ 140.000,00
Altri	€ 180.700,00
TOTALE	**€ 2.410.000,00**

SIPRE	**COSTO**
Macchina per la determinazione del modulo elastico di malte; (MATEST E190)	€ 14.000,00
2 Penetrometro registratore automatico; (MATEST E050)	€ 7.000,00
Altre attrezzature minori	€ 1.500,00
TOTALE	**€ 22.500,00**

CNR	COSTO
sorgenti laser da laboratorio:	€ 50.000,00
workstation e server:	€ 12.000,00
termocamera	€ 15.000,00
microfluorimetro da banco	€ 47.000,00
altre attrezzature minori	€ 3.000,00
TOTALE	**€ 127.000,00**

TECHLABW WORKS	COSTO
Piattaforma Robotizzata	€ 1.800,00
Scanner Laser	€ 10.800,00
Telecamera Infrarossi	€ 10.800,00
8 telecamere WDR	€ 14.400,00
Piattaforma Inerziale	€ 1.800,00
Scheda di sviluppo	€ 1.800,00
strumento di Prototipazione rapida	€ 5.400,00
8 obiettivi superwide angle120'	€ 7.200,00
TOTALE	**€ 54.000,00**

TERIN	COSTO
Server e Personal Computer (hw + Software di base)	€ 40.000,00
Software specifico per la ricerca (sw semantic data analysis)	€ 70.000,00
Altre attrezzature minori	€ 15.000,00
TOTALE	**€ 125.000,00**

UNIPA	COSTO
Strumentazione monitoraggio micro climatico e qualità dell'aria	€ 50.000,00
Strumentazione per il monitoraggio del particellato biologico	€ 40.000,00
Attrezzature per acquisizione ed elaborazione dati ed immagini	€ 30.000,00
TOTALE	**€ 120.000,00**

CACCAVO	COSTO
carriole a motore	€ 35.000,00
miniescavatori	€ 20.000,00
ponteggi	€ 200.000,00
carotatrici	€ 65.000,00
attrezzi da cantiere	€ 90.000,00
TOTALE	**€ 410.000,00**

ENEA	COSTO
Sistema di Storage geografico integrato AFS e GPFS (centinaio di TB)	€ 100.000,00
Apparati di network per storage e accesso remoto (switch, firewall)	€ 40.000,00
Cluster di front-end grafici e cluster per esecuzione applicativi dedicati	€ 50.000,00
Sistema di calcolo GPU computing	€ 30.000,00
Sistemi di visualizzazione stereoscopici (proiezione, workstation, schede grafiche, monitor)	€ 50.000,00
Software e accessori per i sistemi sviluppati per acquisizione dati e accesso remoto.	€ 20.000,00
sorgenti laser monocromatiche	€ 85.000,00
driver	€ 45.000,00
elettronica di acquisizione	€ 62.000,00
rivelatori a larga banda	€ 54.000,00
workstation per calcolo	€ 20.000,00
strumenti di misura per luce diffusa	€ 42.000,00
sistemi di trasmissione in fibra ottica	€ 72.000,00
TOTALE	**€ 670.000,00**

UNISAL	COSTO
Sistema IRMS per misura Isotopi Stabili	€ 150.000,00
Sorgente ionica a catodo gassoso	€ 320.000,00
Sistema di combustione ed analisi elementare	€ 30.000,00
Analizzatore elettrostatico ad elettrodi mobili	€ 50.000,00
Sistema di trasporto dell'anidride carbonica	€ 10.000,00
Sistema XRF	€ 30.000,00
Sistema PIXE portatile	€ 20.000,00
Sistema di spettroscopia Raman	€ 30.000,00
Software di acquisizone dati	€ 10.000,00
Sistemi di eleborazione elettronica dei segnali	€ 20.000,00
Software ed elettronica di gestione della sorgente a catodo gassoso	€ 20.000,00
Server perlo sviluppo e la validazione del sistema middleware per l'integrazioni di WSN	€ 10.000,00
Nodi di una WSN con radio ZigBee, tag passivi e reader	€ 15.000,00
altri attrezzature minori	€ 2.000,00
TOTALE	**€ 717.000,00**

Cultura & Innovazione	COSTO
Reagenti chimici in forma liquida, gassosa e solida.	5.000,00
Sensori per controllo di umidita, temperatura, pressione, pH, etc.	8.000,00
Materiali membranacei, lignei e litoidi per la sperimentazione in camera Tucheb.	6.000,00
Materiali di consumo della camera Tucheb.	15.000,00
altre attrezzature minori	6.000,00
TOTALE	**€ 40.000,00**

INFOBYTE@	COSTO
4 ws per sperimentazione e minicomputer senza monitor e schermi touch	30000
materiali da integrare e rack	10000
TOTALE	**€ 40.000,00**

QUADRATV	COSTO
canoni di streaming video e noleggi per progetto	22000
TOTALE	**22000**

6) REQUISITI PER LA CONCESSIONE DI ULTERIORI AGEVOLAZIONI

- Attività svolte interamente nell'area Obiettivo 1(eleggibile lettera a), salvo una quota svolta nei limiti dell'art 5. comma 27 del D.M. 593 dell'8 agosto 2000
- Attività svolte da PMI in collaborazione con Università, Organismi di Ricerca ed EPR
- Svolgimento di progetti con enti pubblici di ricerca/università

  Nell'ambito della presente proposta di progetto sono coinvolte diverse Università ed EPR sia come soggetti proponenti, sia come terzi affidatari, per un importo maggiore del 10% dell'importo totale previsto.

  Le Università ed EPR coinvolte sono:

  - ENEA (Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e L'Ambiente)
  - CNR
  - Università del Salento
  - Università di Palermo
  - Università della Calabria

Come soggetto TERZO dell'Università di Palermo è stata coinvolta anche l'Università di Bologna il cui riferimento scientifico è:

Prof. Salvatore Lorusso

Responsabile del Laboratorio Diagnostico per i Beni Culturali del Dipartimento di Storie e Metodi per la Conservazione dei Beni Culturali (sede di Ravenna) e del Centro di Teconologie Avanzate - Laboratorio Diagnostico (sede di Trapani)

Come soggetto TERZO dell'impresa DipietroGroup è stata coinvolta anche l'Università di Catania il cui riferimento scientifico è:

Prof. Giuseppe SPOTO

Ordiario di Chimica -Unict

Appendice 1: Riferimenti bibliografici

Riferimenti bibliografici per l'OR1

1. **Atzeni, Ceri, Paraboschi, Torlone**, *Basi di Dati – Modelli e linguaggi di interrogazione,* McGraw Hill, Milano, 2002.
2. **Barchesi Claudio (2005),** *"Archeologia e Calcolatori": nuove strategie per la diffusione di contenuti in rete sulla base dell'OAI-PHM*, *"Archeologia e Calcolatori"*, 16, 2005, p. 225-241, consultabile: http://soi.cnr.it/archcalc/indice/PDF16/Barchesi_16_2005.pdf.
3. **Berners-Lee T., Hendler J., Lassila O**., *The Semantic Web. A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities.* Scientific American, Maggio2001.(Anche online all'indirizzo: http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21).
4. **Berners-Lee T.,** *L'Architettura del nuovo Web. Dall'inventore della rete il progetto di una comunicazione democratica, interattiva e intercreativa*. Feltrinelli, Milano, 2001.
5. **Carlino C**., *Dal Web Semantico all'Epistematica, 2007,* solamente online all'indirizzo: http://www.epistematica.org/it/pubblicazioni/Epistematica.html.
6. **ENEA-GRID,** *"A production grid implemented as an integrated infrastructure"* http://www.eneagrid.enea.it/.
7. **ICCD,** *Strutturazione dei dati delle schede inventariali: beni architettonici / a cura di Laura Cavagnaro*. Roma: Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, 1993.
8. **ISO 10303-1:1994**, *Industrial automation systems and integration Product data representation and exchange - Overview and Fundamental Principles*, International Standard, ISO TC184/SC4, 1994.
9. **ISO 21127:2006** *Information and documentation - A reference ontology for the nterchange of cultural heritage information.*
10. **Luca Spinelli**, *Panoramica sul web semantico, in «Login»,* Gruppo Editoriale Infomedia, 2005.
11. **Lucio COLIZZI**, "*Progettazione di Basi di Dati e Sistemi Informativi",* Quaderni di Scienza della conservazione n.3/2003. Pitagora Editrice.
12. **P.Ceravolo,** *Che cos'è e a cosa serve il Web Semantico.* URL:http://pro.html.it/articoli/id_327/id_cat_46/pro.html.
13. **P.Ceravolo,** *Costruiamo le ontologie per il Web Semantico.* URL: http://pro.html.it/articoli/id_341/id_cat_46/pro.html.
14. **P.Ceravolo,** *I linguaggi del Web Semantico.* URL: http://pro.html.it/articoli/id_334/id_cat_46/pro.html.
15. **Parodi M., Ferrara A.,** XML, *Semantic Web e rappresentazione della conoscenza.*
16. **SOA**, *http://it.wikipedia.org/wiki/Service-oriented_architecture.*
17. **T. Berners-Lee, J. Hendler, O. Lassila**, *The Semantic Web*.Scientific American.
18. **Tasso Carlo, Omero Paolo**," *La personalizzazione dei contenuti web - e-commerce, i-access, e-government"*. Franco angeli, 2004.

Riferimenti bibliografici per l'OR2

19. **A.K. Jain, M. P. Dubuisson, and M. S. Madhukar,** *"Multi-sensor fusion for non-destructive inspection of fiber reinforced composite materials",* in Proc. 6thT ech. Conf. Amer. Soc. Composites, 1991, pp. 941–950.
20. **A.W. Stott, R. Berstan, R.P. Evershed,** *Direct dating of archeological Pottery by compound-specific 14C analysis of preserved lipids.* 2003, Anal.Chem., 75, 5037-5045.

21. **B. J. Matuszewski, L. K. Shark, and M. R. Varley,** *"Region-based wavelet fusion of ultrasonic, radiographic and shearographic nondestructive testing images",* in Proc. 15thW orld Conf. Nondestructive Testing, Rome, Italy, Oct. 2000.
22. **B.S. Chisholm, D.E. Nelson, H.P. Schwarcz,** *Stable carbon isotope ratios as a measure of marine versus terrestrial protein in ancient diets.* 1982,Sciences 216, 1131-1132.
23. **Basso, D. Chinellato, V. Fassina, M. Matteini, A. Moles,** *Il restauro dei dipinti murali della scala monumentale della Libreria Sansoviniana: indagini diagnostiche in fluorescenza UV associate a osservazioni in sezione stratigrafica,* Atti del Convegno Scienza e Beni Culturali "Superfici dell'architettura: le Finiture". Bressanone 26-27 giugno, pp. 627-646 (1990).
24. **C. Clementi, B. Doherty, P.L. Gentili, C. Miliani, A. Romani, B.G. Brunetti, A. Sgamellotti,** *Vibrational and electronic properties of painting Lakes*. Applied Physics A– Materials Science & Processing, pp.1-9 (2008).
25. **C. Distante, A. Leone, M. Palazzo, L. Vasanelli, S. Rocca,** *Sistema di riconoscimento automatico di aree tematiche per immagini tele rilevate.* Conferenza Nazionale Asita Catania Nov. 2005.
26. **C. Monti, R Brumana, F. Fassi, L. Fregonese, L. Colizzi, F. De Pascalis "***Fotogrammetria e scansioni laser: creazione di ortofoto 3D di precisione"*. 8° Conferenza Nazionale ASITA GEOMATICA. 2004.
27. **C. Xydeas and V. Petrovic,** *"Objective pixel-level image fusion performance measure",* Proc. SPIE, vol. 4051, pp. 89–98, 2000.
28. **D. L. Hall,** *Mathematical Techniques in Multisensor Data Fusion.* Norwood, MA: Artech House, 1992.
29. **D. McCarrol, N.J. Loader, 2004,** *Stable isotopes in tree rings.* Quaternary Science Reviews 23, 771-801.
30. **D.L. Kirner, R. Burky, R.E. Taylor, J.R. Southon,** *Radiocarbon dating organic residues at the microgram level, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B.* 1997,Vol. 123, pp 214-217.
31. **D.M. Kocak, F.R. Dalgleish, F.M.Caimi and Y.Y. Schechner,** *"A focus on recent development and trend in underwater imaging"*. Marine Technology Society Journal 42, 52 (2008).
32. **Distante C, Leone A,** *Shadow detection for moving objects based on texture analysis,* PATTERN RECOGNITION Volume: 40 Issue: 4 Pages: 1222-1233 Published: APR 2007.
33. **Distante C, Siciliano P, Persaud KC,** *Dynamic cluster recognition with multiple self-organising maps. PATTERN ANALYSIS AND APPLICATIONS.* Volume: 5 Issue: 3 Pages: 306-315 Published: JUN 2002.
34. **E.R. De la Rie,** *Fluorescence of Paint and Varnish Layers.* Parts I, Studies in Conservation 27, no. 1, pp. 1-7 (1982).
35. **Eastman Kodak Company,** *Ultraviolet and Fluorescence Photography*. Publication #M-27. Rochester: Eastman Kodak Company (1969).
36. **G. Fiorentino, V. Caracuta, L. Calcagnile, M. D'Elia, P. Matthiae, F. Mavelli, G. Quarta,** *Third millennium B.C. climate change in Syria highlighted by Carbon stable isotope analysis of 14C-AMS dated plant remains from Ebla-Tell Mardikh, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Elsevier, The Netherlands.* 2008, 266, 51-58.
37. **G. Hall, S. Woodborne, M. Scheoles,** *Stable carbon isotope ratios from archaeological charcoal as paleoenvironmental indicators.* 2008,Chemical Geology, 247, 384-400.
38. **G. Simone and F. C. Morabito,** *"NDT image fusion using eddy current and ultrasonic data"* Int. J. Comput. Math. Elect. Electron. Eng., vol. 20, no. 3, pp. 857–868, 2001.
39. **G. T. McKeein,** *Multi-Sensor Fusion for Computer Vision.* NewYork: Springer-Verlag, 1993.
40. **G. Y. Tian, A. Sophian, D. Taylor, and J. Rudlin,** *"Multiple sensors on pulsed eddy-current detection for 3-D subsurface crack assessment",* IEEE Sensors J., vol. 5, no. 1, pp. 90–96, Feb. 2005.

41. **G.D. Farquar, K.T. Hubick, A.G. Cordon, R.A. Richards,** *Carbon isotope fractionation and plant water efficiency.* In: P.W. Rundel, J.R. Ehleringer, K.A. Nagy (Eds.), Stable isotopes in ecological resercah. 1989, Springer, New York, 21-40.
42. **H.P. Schwarcz, M.J. Schoeninger,** *Stable isotope analyses in human nutritional ecology.* 1991, Yearbook Physical Anthropology 34, 283-321.
43. **I. Bloch and H. Maitre,** *Aggregation and Fusion of Imperfect Information,* ser. Series Studies in Fuzziness. Heidelberg, Germany: Physica- Verlag, 1998, ch. Fusion of Image Information under Imprecision, pp. 189–213.
44. **J. Kim, S. Mandayam, S. S. Udpa, W. Lord, and L. Udpa,** *"Virtual reality for non-destructive evaluation applications",* in Review of Progress in Quantitative NDE, vol. 15, D. O. Thompson and D. E. Chimenti, Eds. New York: Plenum, 1996, pp. 897–902.
45. **J. Yim**, *"Image fusion using multiresolution decomposition and LMMSE filter",* Ph.D. dissertation, Iowa State Univ., Ames, IA, 1995.
46. **J. Yim, S. S. Udpa, L. Udpa, and W. Lord,** "*Neural network approaches to data fusion",* in Review of Progress in QNDE, vol. 14, D. O. Thompson and D. E. Chimenti, Eds. New York: Plenum, 1995, pp. 819–826.
47. **J. Yim, S. S. Udpa, M. Mina, and L. Udpa,** *"Optimum filter based techniques for data fusion",* in Review of Progress in QNDE, vol. 15, D. O. Thompson and D. E. Chimenti, Eds. New York: Plenum, 1996, pp. 773–780.
48. **J.J. Rorimer,** *Ultra-Violet Rays and Their Use in the Examination of Works of Art.* Metropolitan Museum of Art, New York (1931).
49. **K. A. Bartels and J. L. Fisher,** *"Optimal multidimensional multifrequency eddy current mixing techniques",* in Review of Progress in QNDE, vol. 15, D. O. Thompson and D. E. Chimenti, Eds. New York: Plenum, 1996, pp. 393–400.
50. **L. Calcagnile, G. Quarta, M. D'Elia, 2005,** *High resolution accelerator-based mass spectrometry: precision, accuracy and background.* Applied Radiation and Isotopes, 62/4: 623-629.
51. **L. Mullen, A. Laux, B. Concannon, E.P. Zege, I.L. Katsev and A.S. Prikhach,** *"Amplitude-modulated laser imager".* Appl. Opt. 43, 3874 (2004).
52. **L. Udpa,** *"Neural networks for NDE"* in Proc. IV Int. Workshop: Advances Signal Process. Nondestructive Eval. Mater., Quebec City, QC, Canada, Aug. 2001.
53. **Leone A, Distante C, Ancona N,** *A powerful method for feature extraction and compression of electronic nose responses, SENSORS AND ACTUATORS B-CHEMICAL.* Volume: 105 Issue: 2 Pages: 378-392 Published: MAR ,28 , 2005.
54. **Lucio Colizzi, Fabio De Pascalis** (Centro di Progettazione, Design e Tecnologie dei Materiali CETMA, Brindisi), **Francesco Fassi** (Politecnico di Milano) *"3D VISUALIZATION AND VIRTUAL REALITY FOR CULTURAL HERITAGE DIAGNOSTIC".*
55. **M. Mina, J. Yim, S. S. Udpa, and L. Udpa,** *"Two dimensional multifrequency eddy current data fusion",* in Review of Progress in QNDE, vol. 15. New York: Plenum, 1996, pp. 2125–2132.
56. **M. Mina, S. S. Udpa, L. Udpa, and J. Yim,** *"A new approach for practical two dimensional data fusion utilizing a single eddy current probe",* in Review of Progress in QNDE, vol. 16, D. O. Thompson and D. E. Chimenti, Eds. New York: Plenum, 1997, pp. 749–755.
57. **M. T. Shyamsunder, C. Rajagopalan, K. K. Ray, and B. Raj,** *"A comparative study of conventional and artificial neural network classifiers for eddy current signal classification",* Insight: Condition Monitoring Nondestructive Testing, vol. 37, no. 1, pp. 26–30, Jan. 1995.
58. **M.J. De Niro, 1987,** *Stable isotopy and archaeology.* American Scientist, 75 182-191.
59. **M.R. Clover, H.E. Gove, R.B. Liebert, A.E. Litherland, K.H. Purser, W.E. Sondheim, 1977**, *Science* 198, 508.
60. **N. Stuiver, T.F. Braziunas, 1987,** *Tree cellulose 13C/12C isotope ratios and climatic change.* Nature 328, 59-60.

61. **P. Iacumin, V. Nikolaev, L. Genoni, M. Ramigni, Ya G. Ryskov, A. Longinelli, ,** *Stable isotope analyses of mammal skeletal remains of Holocene age from European Russia: a way to trace dietary and environmental changes.* 2004, Geobios 37, 37-47.
62. **P. J. Burt and R. J. Kolczynski,** *"Enhanced image capture through fusion",* in Proc. 4thInt. Conf. Image Process., 1993, pp. 248–251.
63. **P.Mazzinghi, A. Pelagotti, A. Aldrovandi, L. Masotti,** *Digital fluorescence imaging for the restoration of painting.* Proc. Int. Conf. Electronic Imaging and the Visual Arts, Vol. 1, Pitagora Editrice Bologna (1996).
64. **Photon Dynamics,** *"Intelligent integrated AOI and X-ray system detects real world defects at low cost"*. Available: http://www.photondynamics.com/pdf/intelligent.pdf.
65. **Q. Wang, Y. Shen, Y. Zhang, and J. Q. Zhang,** *"Fast quantitative correlation analysis and information deviation analysis for evaluating the performances of image fusion techniques",* IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 53, no. 5, pp. 1441–1447, Oct. 2004.
66. **R. Bellucci, P. Carcagnì, A. Della Patria, R. Fontana, C. Frosinini, M.C. Gambino, M. Greco, M. Mastroianni, M. Materazzi, E. Pampaloni, L. Pezzati, R. Piccolo, P. Poggi,** *Integration of image data from 2D and 3D optical techniques for painting conservation applications.*The Imaging Science Journal, Vol. 55, pp. 80-89 (2007).
67. **R. Fontana, M. C. Gambino, M. Greco, L. Marras, M. Materazzi, E. Pampaloni, L. Pezzati, P. Poggi,** *Integrating 2D and 3D Data For Diagnostics of Panel Paintings.* Proc. SPIE, 5146, 88 (2003).
68. **R. Hamid,** *"An experimental data fusion model for multisensor systems".* Ph.D. dissertation, New Mexico State Univ., Las Cruces, NM, 1989.
69. **R. Ricci, M. Ferri De Collibus, G. Fornetti, M. Guarneri, E. Paglia, C. Poggi, L. Colizzi**, *ITR: un range finder laser per ricostruzioni 3D con capacità di integrazione di dati multisensoriali*. SIJ07 - *"Multi-quality Approach to Cultural Heritage"*, 14-15 novembre 2006.
70. **R.H. Tykot, 2004,** *Stable isotopes and diet: you are what you eat.* Proceedings of the International School "Enrico Fermi", Course CLIV, M. Martini, M. Milazzo, M. Piacentini (Eds.), IOS Press, Amsterdam.
71. **S.H. Ambrose, 1991,** *Effects of diet, climate and physiology on nitrogen isotope abundances in terrestrial foodwebs*. Journal of Archaeological Science 18 , 293-317.
72. **T. Ogi, T. Nandai, and Y. Yabe,** *"Visualization of defects in virtual environment for quantitative evaluation",* in Proc. 1st US–Jpn. Symp. Advances NDT, Oahu, HI, Jun. 1996, pp. 177–182.
73. **T. W. Stafford, P.E. Hare, L. Currie, A.J.T. Jull, 1991, D.J. Donahue,** *Accelerator radiocarbon dating at the molecular level. ,* Journal of Archaeological Science, 18, 35-72.
74. **T.H. Loy, R. Jones, D.E. Nelson, B. Meehan, J. Vogel, J. Southon, R.Cosgrove,** *Accelerator radiocarbon dating of human blood proteins in pigments from Late Pleistocene art sites in Australia.* 1990, Antiquity 64, 110–116.
75. **V. Kaftandjian, Y. M. Zhu, O. Dupuis, and D. Babot,** *"The combined use of the evidence theory and fuzzy logic for improving multimodal non-destructive testing system",* IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 54, no. 5, pp. 1968–1977, Oct. 2005.
76. **W. F. Libby, 1955,** *Radiocarbon dating, 2nd Edition,* Chicago, University of Chicago Press.
77. *www.sldltd.com.*
78. **X. E. Gros,** *"A review of NDT data fusion processes and applications",* Insight, vol. 39, no. 9, pp. 652–657, Sep. 1997.
79. **X. E. Gros,** *Applications of NDT Data Fusion*. Norwell, MA: Kluwer, 2000.
80. **X. E. Gros, J. Bousigue, and K. Takahashi,** *"NDT data fusion at pixel level"* NDT E Int., vol. 32, no. 5, pp. 283–292, Jul. 1999.
81. **X. E. Gros, P. Strachan, and D. W. Lowden,** *"Theory and implementation of NDT data fusion".*Res. Nondestruct. Eval., vol. 6, no. 4, pp. 227–236, Dec. 1995.

82. **X. E. Gros, P. Strachan, D. W. Lowden, and I. Edwards,** *"NDT data fusion"* in Proc. 6thEur . Conf. Nondestructive Testing, 1994, pp. 355–359.
83. **X. E. Gros, Z. Liu, K. Tsukada, and K. Hanasaki,** *"Experimenting with pixel level NDT data fusion techniques"*, IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 49, no. 5, pp. 1083–1090, Oct. 2000.
84. **Y. W. Song and S. S. Udpa,** *"A new morphological algorithm for fusing ultrasonic and eddy current images"*, in Proc. IEEE Ultrason. Symp., 1996, pp. 649–652.
85. **Z. Liu,** *"Studies on data fusion of nondestructive testing"*, Ph.D. dissertation, Kyoto Univ., Kyoto, Japan, Mar. 2000.
86. **Z. Liu, X. E. Gros, K. Tsukada, and K. Hanasaki,** *"3D visualization of ultrasonic inspection data by using AVS"*, in Proc. 5thF ar-East Conf. Nondestructive Testing, Kenting, Taiwan, R.O.C., Nov. 1999, pp. 549–554.
87. **Z. Liu, X. E. Gros, K. Tsukada, K. Hanasaki, and K. Takahashi**, *"The use of wavelets for pixel level NDT data fusion"*, in Proc. 2nd Jpn.–US Symp. Advances NDT, Kahuku, HI, 1999, pp. 474–477.
88. **Z. Yin and A. A. Malsolm,** *"Thermal and visual image processing and fusion"*, Singapore Inst. Manuf. Technol., Singapore, Tech. Rep. AT/00/016/MVS.
89. **Zheng Liu, Senior Member, IEEE, David S. Forsyth, Member, IEEE, Jerzy P. Komorowski, Koichi Hanasaki, and Thia Kirubarajan, Senior Member, IEEE**, *"Survey: State of the Art in NDE Data Fusion Techniques"*, IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, VOL. 56, NO. 6, DECEMBER 2007.

Riferimenti bibliografici per l'OR3

90. **Coricciati, P. Corvaglia et G. Mosheyev,** *Durability of fibers in aggressive alkaline environment,* ICCM17 – 17th International Conference on Composite Materials; 27-31/07/2009, Edinburgh.
91. **Coricciati, P. Corvaglia, A. Largo, M. A. Caponero et G. Fardin,** *Production and characterisation of multifunctional textile for masonry retrofitting and health monitoring,* ICST 2010, The 4th International Conference on Sensing Technology, 3-5 June 2010, Lecce (Italy).
92. **Kamenny Vek ,** *Advanced basalt fiber PENNSTATE, Corrosion resistance of basalt fibers,* www.basfiber.com.
93. **Liu Q., Giffard H. S., Shaw M. T., Parnas R. S. et McDonnel A.,** *Preliminary Investigation of Basalt Fiber Composite Properties for Application in Transportation, FRP International,* The Official Newsletter of the International Institute for FRP, in Construction.
94. **Mingchao W., Zuoguang Z., Yubin L., Min L. et Zhijie** *Chemical Durability and Mechanical Properties of Alkali-proof Basalt Fiber and its Reinforced Epoxy Composites,* (2008), Journal of Reinforced Plastics and Composites, Vol. 27, pp.393-407.
95. **S. Liehr, M. Wendt, K. Krebber, J.C. Münich, L. Stempniewski and H. Metschies,** *"Distributed polymer optical fibre sensors integrated in technical textiles for monitoring of masonry structures"*, Proceedings 4th International Conference on Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure (SHMII-4), Zurich (2009).
96. **Sim J., Park C. et Moon D. Y.** *Characteristics of basalt fiber as a strengthening material for concrete structures,* (2005), Composites: Part B, Vol. 36, pp. 504-512.
97. **Zangani, M. Scotto, P. Corvaglia and J.C. Münich,** *"Rehabilitation and seismic reinforcement of masonry structures with multifunctional composites"*, Composite magazine, 5 (2007).
98. **Zangani, M. Scotto, P. Corvaglia and J.C.** *Rehabilitation and seismic reinforcement of masonry structures with multifunctional composites,* Composite magazine, 5. Münich. 2007.

Riferimenti bibliografici per l'OR4

99. **Bjorn Nilsson, Lars Bengtsson, Per-Arne Wiberg, and Bertil Svensson**, "Protocols for Active RFID – The Energy Consumption Aspect", Proc. of International Symposium on Industrial Embedded Systems, 2007. SIES '07.
100. http://www.ietf.org/rfc/rfc3561.txt
101. **Jamail N. Al-Karaki, Ahmed E. Kamal**, "Routing tecniques in wireless sensor networks: a survey", Wireless Communications IEEE, vol. 11, no. 6, Dec. 2004, pp. 6- 28
102. **W. Heinzelman, A. Chandrakasan and H. Balakrishnan**, "Energy-Efficient Communication Protocol for Wireless Microsensor Networks," Proc. 33rd Hawaii Int'l. Conf. Sys. Sci., Jan. 2000.
103. **R. C. Shah and J. Rabaey**, "Energy Aware Routing for Low Energy Ad Hoc Sensor Networks," IEEE WCNC, Orlando, FL, Mar. 17–21, 2002.
104. **S. Servetto and G. Barrenechea**, "Constrained Random Walks on Random Graphs: Routing Algorithms for Large Scale Wireless Sensor Networks," Proc. 1st ACM Int'l. Wksp. Wireless Sensor Networks and Apps., Atlanta, GA, 2002.
105. **V. Rodoplu and T. H. Meng**, "Minimum Energy Mobile Wireless Networks," IEEE JSAC, vol. 17, no. 8, Aug. 1999, pp. 1333–44
106. **Y. Yu, D. Estrin, and R. Govindan**, "Geographical and Energy-Aware Routing: A Recursive Data Dissemination Protocol for Wireless Sensor Networks," UCLA Comp. Sci. Dept. tech. rep., UCLA-CSD TR-010023, May 2001
107. **Jin Mitsugi et al**., "Architecture Development for Sensor Integration in the EPCglobal Network", Auto-ID Labs White Paper WP-SWNET-018, July 2007
108. **Lei Zhang, Zhi Wang**, "Integration of RFID into Wireless Sensor Networks: Architectures, Opportunities and Challenging Problems", pp.463-469, Fifth International Conference on Grid and Cooperative Computing Workshops, 2006
109. **Athanasios Antoniou et al.**, "A peer-to-peer environment for monitoring multiple wireless sensor networks", PM2HW2N '07
110. http://www.ieee802.org/15/pub/TG4f.html
111. IEEE Std 802.15.4™-2006.pdf
112. **I.F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci**, "Wireless sensor networks: a survey", Communication Magazine IEEE, Aug. 2002
113. **Balanis, C. A.**, Antenna Theory: Analysis and Design, 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York, 1997
114. **Ansari, F.** *State of the art in the Applications of Fiber optic Sensor to Cementitious Composites, Cement and Concrete Composites,* (1996). Vol. 19, Issue 1, pp. 3 – 19.
115. **Athanasios Antoniou et al.,** *"A peer-to-peer environment for monitoring multiple wireless sensor networks",* PM2HW2N '07.
116. **Balanis, C. A.,** *Antenna Theory: Analysis and Design,* 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York, 1997.
117. **Bastianini, F., Corradi, M., Borri, A. and di Tommaso, A.** *Retrofit and monitoring o fan historical building using "Smart" CFRP with embedded fiber optic Brillouin sensors,* Construction and Building Materials, Vol. 19, Issue 7, (2005). pp. 525 – 535.
118. **Bjorn Nilsson, Lars Bengtsson, Per-Arne Wiberg, and Bertil Svensson,** *"Protocols for Active RFID – The Energy Consumption Aspect",* Proc. of International Symposium on Industrial Embedded Systems, 2007. SIES '07.
119. **Brönnimann, R., Nellen, Ph.M. and Sennhauser, U.** *Reliability Monitoring of CFRP Structural Elements in Bridges with Fiber Optic Bragg Grating Sensors,* (1999). Journal of Intelligent Material Systems and Structures, Vol. 10, Issue 4, pp. 332 – 329.
120. **Bryan D. Miller,** *Design of an AUV recharging system*,2005, MITSG 05-6TH.
121. **Carolyn Levi**, *Deep thoughts.; Artificial intelligence and underwater vehicles.*1989, MITSG 90-5.

122.**David Mindell; Brian Bingham**, *New archaeological uses of autonomous underwater vehicles*, 2001, MITSG 02-10J.
123.**Dawood, T.A., Shenoi, R.A. and Sahin, M.** *A procedure to embed fiber Bragg grating strain sensors into GFRP sandwich structures,* Composites Part A: applied science and manufacturing, (2007). Vol. 38, Issue 1, pp. 217 – 226.
124.**G. Meli, S. Lorusso,** *Progetto di ricerca: Stesura di una Carta del Rischio per la conservazione dei Beni Culturali negli ambienti confinati,* Quaderni di Scienza della Conservazione, 4, 43-62 (2004).
125.**Henrik Schmidt; Joseph R. Edwards; Kevin LePage; Edoardo Bovio** , *Bistatic synthetic aperture sonar concept for MCM AUV networks*, 2000, MITSG 03-12J.
126. http://www.ieee802.org/15/pub/TG4f.html.
127. http://www.ietf.org/rfc/rfc3561.txt.
128.**I.F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci,** *"Wireless sensor networks: a survey"*, Communication Magazine IEEE, Aug. 2002
129. IEEE Std 802.15.4™-2006.pdf
130.**J. H. Kim; B. A. Moran; J. J. Leonard; J. G. Bellingham; S. T. Tuohy,** *Experiments in remote monitoring and control of autonomous underwater vehicles*, 1996, MITSG 97-6J.
131.**J. Morash, R. Damus, S. Desset, V. Polidoro, and C. Chryssostomidis** *Adapting a Survey-Class AUV for High Resolution Seafloor Imaging* .2005, MITSG 05-22.
132.**J. Scott Wilcox; Y. Zhang; J. G. Bellingham; J. Marshall** , *AUV survey design applied to oceanic deep convection*,1996, MITSG 97-9J.
133.**Jamail N. Al-Karaki, Ahmed E. Kamal,** *"Routing tecniques in wireless sensor networks: a survey"*, Wireless Communications IEEE, vol. 11, no. 6, Dec. 2004, pp. 6- 28.
134.**James G. Bellingham; J. Scott Willcox**, *Optimizing AUV oceanographic surveys*, 1996, MITSG 97-5J.
135.**Jerome Vaganay; James G. Bellingham; John J. Leonard,** *Comparison of fix computation and filtering for autonomous acoustic navigation*, 1996, MITSG 97-7J.
136.**Jin Mitsugi et al.,** *"Architecture Development for Sensor Integration in the EPCglobal Network"*, Auto-ID Labs White Paper WP-SWNET-018, July 2007.
137.**John Jr. Moore,** *Small underwater vehicle design: motors and propulsors.* 1989, MITSG 89-24.
138.**John Loch; Erich Wallar; James G. Bellingham; Robert Beaton; Michael Triantafyllou,** *Software development for the autonomous submersible program at MIT Sea Grant and Draper Laboratory*, 1989, MITSG 93-21J.
139.**John Moore Jr.,** *Perception, scene reconstruction and world modeling for unmanned underwater vehicles*, ed.1992, MITSG 92-24.
140.**K. Elandt, K. Hellemann, M. Rath, K. M. Hellemann, D. Pinna, S. Lorusso**, *Preventive Methods to Reduce the Deterioration of Monuments and Outdoor Art by Microbe Burden of the Solid-micro-dust-fraction,* Quaderni di Scienza della Conservazione, 3, 215-217 (2003).
141.**Kevin D. LePage; Henrik Schmidt**, *Bistatic synthetic aperture imaging of proud and buried targets from an AUV*, 2002, MITSG 03-6J.
142.**Lei Zhang, Zhi Wang**, *"Integration of RFID into Wireless Sensor Networks: Architectures, Opportunities and Challenging Problems"*, pp.463-469, Fifth International Conference on Grid and Cooperative Computing Workshops, 2006.
143.**M. E. Rentschler, F. S. Hover, and C. Chryssostomidis** *Modeling and Control of an Odyssey III AUV Through System Identification Tests*, 2003, MITSG 03-36.
144.**M. E. Rentschler, F. S. Hover, and C. Chryssostomidis** *System Identification of Open-Loop Maneuvers Leads to Improved AUV Flight Performance* .2006, MITSG 06-13J.

145.**M. Marabelli, S. Lorusso,** *The Microclimate and Pollution in Museums, Proceedings of European Meeting on Historical-Artistic Heritage and Contamination,* Madrid, 19-21/11/1992, 67-70.
146.**Michel Perrier; James G. Bellingham**, *Control software for an autonomous survey vehicle*, 1992, MITSG 93-20J.
147.**MIT Sea Grant College Program,** *Scientific and environmental data collection with autonomous underwater vehicles*, 1992, MITSG 92-2.
148.**P. Callieri, S. Lorusso, L. Colliva, C. Matteucci,** *Technical and diagnostic investigation on some metallic objects coming from the isiao excavations at the site of barikot (Swat, Pakistan).* In: Conservation Science in Cultural Heritage, Bologna, Pitagora Editrice, 8, 111-146 (2008).
149.**R. C. Shah and J. Rabaey,** *"Energy Aware Routing for Low Energy Ad Hoc Sensor Networks",* IEEE WCNC, Orlando, FL, Mar. 17–21, 2002.
150.**R. Damus, J. Manley, S. Desset, J. Morash, and C. Chryssostomidis,** *Design of an Inspection Class Autonomous Underwater Vehicle*, 2002, MITSG 02-15J.
151.**R. Damus, J. Morash, C. Chryssostomidis** *A Wearable Vehicle Interface for Augmented Reality in Operating AUVs*, 2003, MITSG 03-35J.
152.**S. Lorusso et al.,** *Indagine sulle biblioteche pubbliche statali in Roma, Accademie e Biblioteche d'Italia,* 1-2, 127-145 (2001).
153.**S. Lorusso, A. Natali, C. Matteucci,** Colorimetria *e beni culturali: alcuni casi di studio in Colore e arte: storia e tecnologia del colore nei secoli.* In: Atti del convegno dell'associazione nazionale di Archeometria Firenze, 28 febbraio-2 marzo 2007, Mauro Bacci (a cura di), Bologna, Patron Editore, (2008).
154.**S. Lorusso, A. Natali, C. Matteucci, R.Savigni,** *Diagnosis and digitization of Dantesque Code "Phillipps 9589".* In: Conservation Science in Cultural Heritage, Bologna, Pitagora Editrice, 8, 49-63 (2008).
155.**S. Lorusso, A. Natali,** *La conservazione dei documenti grafici: alcune considerazioni sui parametri climatici secondo la normativa vigente,* Scienza e Tecnica, 383-384, 2-7 (2002).
156.**S. Lorusso, A. Natali,** *La qualità dell'aria in ambienti confinati*, Quaderni di Scienza della Conservazione, 4, 215-238 (2004).
157.**S. Lorusso, A. Natali,** *Lo studio e il controllo del "sistema: ambiente/manufatto di interesse storico-documentale" Casi di studio.* In: Maria Grazia Plossi, Antonio Zappalà (a cura di), Libri e Documenti. Le scienze per la conservazione e il restauro, Mariano del Friuli, Edizioni della Laguna (2007).
158.**S. Lorusso,** *La diagnostica per il controllo del Sistema: Manufatto-Ambiente. Alcune applicazioni nel settore dei beni culturali,* Pitagora Editrice, Bologna, 2002
159.**S. Lorusso,** *L'ambiente di conservazione dei beni culturali,* Pitagora Editrice, Bologna (2001).
160.**S. Lorusso, M. Cordaro, M. Marabelli, M. Mazzini, M. Penna**, *Indoor-Outdoor Pollution and Works of Arts,* Proceedings 9th IGWT Symposium: "Environmentally Sound Products with Clean Technologies", Budapest (Hungary), 23-27/8/1993, 179-186.
161.**S. Lorusso, M. Marabelli, G. Viviano,** *La contaminazione ambientale ed il degrado dei materiali di interesse storico-artistico* (2006).
162.**S. Lorusso, M. Marabelli, G. Viviano,** *Pollution de l'environment et impact sur les biens culturels,* E.R.E.C. Editeur, Paris, 1999.
163.**S. Lorusso, M. Marabelli, M. Troili,** *Atmospheric Pollution and Deterioration of Monuments and Historic Art Environments,* The Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology, 16(2-3), 4-6 (1997).
164.**S. Lorusso, M. Troili, F. Biondi, M. Marabelli, U. Santamaria,** *Pollution atmosférique et conservation des biens culturels,* Proceedings of the Congress: "Preservation and Restoration of Cultural Heritage", Montreaux (Suisse), 24th-29th September 1995, 455-462.

165. **S. Servetto and G. Barrenechea,** *"Constrained Random Walks on Random Graphs: Routing Algorithms for Large Scale Wireless Sensor Networks"*, Proc. 1st ACM Int'l. Wksp. Wireless Sensor Networks and Apps., Atlanta, GA, 2002.
166. **S. T. Tuohy; J. J. Leonard; J. G. Bellingham; N. M. Patrikalakis; C. Chryssostomidis** *Map based navigation for autonomous underwater vehicles*, 1996, MITSG 97-8J.
167. **S. T. Tuohy; N. M. Patrikalakis; J. J. Leonard; J. G. Bellingham; C. Chryssostomidis**, *AUV navigation using geophysical maps with uncertainty*, 1993, MITSG 96-12J.
168. **Seamus T., Tuohy,** *A simulator model for AUV navigation*, 1994, MITSG 96-10J.
169. **Stephen Licht; Victor Polidoro; Melissa Flores; Franz S. Hover; Michael S. Triantafyllou,** *Design and projected performance of a flapping foil AUV* 2004, MITSG 04-12J.
170. **V. I. Fernandez, S. M. Hou., F. S. Hover, J. H. Lang, and M. S. Triantafyllou** *Lateral-Line Inspired MEMS-Array Pressure Sensing for Passive Underwater Navigation* 2007, MITSG 07-16.Focus: AUV lab.Andrea Cohen, ed.2007, MITSG 07-10.
171. **V. Polidoro; S. Desset; C. Chryssostomidis; F. Hover; J. Morash; R. Damus** *Affordable deep ocean exploration with a hovering autonomous underwater vehicle: Odyssey IV: a 6000 meter rated, cruising and hovering AUV*.2005, MITSG 05-11J.
172. **V. Rodoplu and T. H. Meng,** *"Minimum Energy Mobile Wireless Networks"*, IEEE JSAC, vol. 17, no. 8, Aug. 1999, pp. 1333–44.
173. **Vincente Fernandez, Stephen Hou, Franz Hover, Jeffrey Lang, Michael Triantafyllou,** *Development and Application of Distributed Mems Pressure Sensor Array for AUV Object Avoidance*. 2009, MITSG 09-7.
174. **W. Heinzelman, A. Chandrakasan and H. Balakrishnan,** *"Energy-Efficient Communication Protocol for Wireless Microsensor Networks"*, Proc. 33rd Hawaii Int'l. Conf. Sys. Sci., Jan. 2000.
175. **Wang, B., Teng, J.G., De Lorenzis, L., Zhou L.M., Ou, J., Jin, W. and Lau, K.T.** *Strain monitoring of RC members strengthened with smart NSM FRP bars, Construction and Building Materials,* (2009) Vol. 23, Issue 4, pp. 1698 – 1711.
176. **Y. Yu, D. Estrin, and R. Govindan,** *"Geographical and Energy-Aware Routing: A Recursive Data Dissemination Protocol for Wireless Sensor Networks"*, UCLA Comp. Sci. Dept. tech. rep., UCLA-CSD TR-010023, May 2001.
177. **F. Palla , C. Federico, R. Russo, L. Anello**, Identification of Nocardia restricta in biodegraded sandstone monuments by PCR and nested-PCR DNA amplification. FEMS Microbiology Ecology 39/1, 85-89 (2002).
178. **F. Palla , L. Anello, S. Pecorella , R. Russo , F. Damiani** Characterization of bacterial communities on stone monuments by molecular biology tools..C. Saiz-Jmenez ed., Molecular Biology and Cultural Heritage , pp115-118. Balkema publisher, the Netherland.. (2003)
179. **F. Palla , L. Anello , S. Marineo**, Monitoraggio dei consorzi microbici e conservazione dei Beni Culturali. Il teatro greco-romano di Taormina. Progetto pilota: analisi, studi ed indagini: pp 133-136. Carta del Rischio del Patrimonio Culturale e Ambientale Siciliano. Assessorato dei BBC e P.I. – Regione Siciliana (2004)
180. **F. Palla , L. Anello, A.M. Mannino, R. Russo, G. Morici,** Caratterizzazione dei consorzi batterici mediante tecniche di microbiologia molecolare. Progetto SALVALARTE respira pulito. CRPR Regione Siciliana – ARPA Sicilia – Legambiente Sicilia, pp 36-41, Centro Regionale Progettazione Restauro - Palermo (2005)
181. **F. Palla , L. Anello , S. Marineo , G. Lombardo** , Characterization of bacterial community in indoor environment, R. Fort (ed) Heritage, Weathering and Conservation, 1, 361-366, Taylor & Francis. (2006)
182. **F. Palla ,S. Drago, M. R. Di Pierro, A. Lanza, G. Morici**, Study of microbial colonization of mosaic tesserae by physical and molecular techniques, pp 328-332, Proceedings of

International Congress " Science and Cultural Heritage in Mediterranean Area", Palermo, Italy (2007)
183. **F. Palla** , Studio delle Alterazioni Biologiche, Il teatro greco-romano di Taormina: Studio tematico della Carta del Rischio del Patrimonio Culturale ed Ambientale della Regione Siciliana. pp 203-206 Assessorato dei BBC e P.I. – Regione Siciliana (2008)
184. **F. Palla , F. Vitale, S. Reale,** Identification by molecular techniques of mcrobial taxa involved in cultural heritage deterioration and able to produce health hazardous substances. Proceedings 14th International Symposium "Biodeterioration and Biodegradation " 6-11 0ctober 2008, Messina, Italy (2008).

Riferimenti bibliografici per l'OR5

185. **A. Lippman,** *"Movie Maps: An Application of the Optical Videodisc to Computer Graphics"* , ACM SIGGRAPH Computer Graphics, vol. 14, no. 3, 1980, pp. 32-42.
186. **A. Pelagotti, M. Locatelli, A. Gertrude, P. Poggi, R. Meucci, M. Paturzo, L. Miccio, and P. Ferraro,** *"Reliability of 3D imaging by digital holography at long IR wavelength"*, IEEE/OSA Journal of Display Technology, in press.
187. **Andrea Frome, German Cheung, Ahmad Abdulkader, Marco Zennaro, Bo Wu, Alessandro Bissacco, Hartwig Adam, Hartmut Neven, Luc Vincent,** *Large-scale Privacy Protection in Google Street View*, IEEE International Conference on Computer Vision, 2009.
188. Ase**em Agarwala, Maneesh Agrawala, Michael Cohen, David Salesin, Richard Szeliski.** *Photographing long scenes with multi-viewpoint panoramas. ACM Transactions on Graphics* (Proceedings of SIGGRAPH 2006), 2006.
189. **D. Looney, D. Mandic,** *Member: Image Restoration and Fusion Using Advanced EMD Algorithms,* IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, VOL. 1, NO. 1, JANUARY 2007.
190. **E. Allaria, S.Brugioni, S.De Nicola, P.Ferraro, S. Grilli, R. Meucci,** *"Digital Holography at 10.6 micron"*, Opt. Comm., 215 257-262, (2003).
191. http://local.daum.net/map
192. http://maps.google.com/help/maps/streetview
193. http://www.everyscape.com
194. http://www.mapjack.com
195. **James Xiaqing Wu, Rodrigo Carceroni, Hui Fang, Steve Zelinka, Andrew Kirmse,** *Automatic Alignment of Large-scale Aerial Rasters to Road-maps,* ACM GIS 2007.
196. **L. Vincent.** *Taking online maps down to street level.* IEEE Computer, 40(12):118–120, December 2007.
197. **L.Colizzi, F. De Pascalis, F.Fassi ,** *3D VISUALIZATION AND VIRTUAL REALITY FOR CULTURAL HERITAGE DIAGNOSIS*, International workshop on 3D Geoinformation2006 7-8 Agosto, Kuala Lumpur (MALESIA). L'articolo è stato pubblicato sul libro: Innovations in 3D Geo Information Systems" – ISBN 978-3-540-36997-4; December 31, 2007.
198. **Lucio COLIZZI** , *"CETMA Virtual Reality Centre: an overview on Cultural Heritage applications".*
199. **Lucio COLIZZI, Fabio De Pascalis, Francesco Fassi** , *"3D Visualization and Virtual Reality for cultural heritage diagnostic"* Conservation Science in cultural heritage Vol. 7/2007 – ISSN 1974-4951.
200. **M. Brown and D. G. Lowe.** *Recognising Panoramas*. In Proceedings of the 9th International Conference on Computer Vision (ICCV2003), pages 1218-1225, Nice, France, 2003.
201. **M. Brown and D. Lowe.** *Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features.* International Journal of Computer Vision, 74(1), pages 59-73, 2007.

202. **M. Rioux, M. Blanchard, M. Cormier, and R. Beaulieu,** "*Use of the TEM10 laser mode for ir holography at 10.6 m"* Appl. Opt. 17, 3864 (1978).
203. **Nicholas George, Kedar Khare, and Wanli Chi,** *"Infrared holography using a microbolometer array",* Appl. Opt. 47, A7-A12 (2008).
204. **Repetto L, Chittofrati R, Piano E, Pontiggia C,** *"Infrared lensless holographic microscope with a vidicon camera for inspection of metallic evaporations on silicon wafers"* Opt. Comm. 251 44-50 2005.
205. **Richard Szeliski.** *Image alignment and stitching: A tutorial. Foundations and Trends in Computer Graphics and Computer Vision,* 2(1):1-104, December 2006.
206. **Roy D. Ragsdale,** *DIY Street-View Camera Create Google Street View-like panoramas with cheap webcams and open-source software,* october 2009, IEEE Spectrum www.spectrum.ieee.org, NA.
207. **SECOND INTERNATIONAL WORKSHOP ON SCIENCE AND TECHNOLOGIES FOR CULTURAL HERITAGE** *Science and Technologies for Archaeology.*Conference Room, Rectorat, Tancredi's Square, Lecce - March 10-13, 2008.

Appendice 2: Manifestazioni di interesse per il progetto IT@CHA

Firenze, 7 APR. 2010

Ministero
per i Beni e le Attività Culturali
OPIFICIO DELLE PIETRE DURE
DI FIRENZE
Tel 055 26511 Fax 055 267123 e.mail: opd@beniculturali.it

Al Dr. Luca Pezzati
Istituto Nazionale di Ottica CNR
Via della Libertà 3
73010 Arnesano LE
ANTICIPATA VIA FAX 055 2308205

Prot. N. 1508 - 2/256 Allegati.....
28.19.00

Risposta al Foglio del...
Div. ..... Sez. ..... N

OGGETTO: Manifestazione di interesse di OPD al progetto ITACHA

e p. c. Ing. Lucio Colizzi
Centro Di Progettazione Design &
Tecnologie Dei Materiali (Cetma)
Strada Statale 7
72100 Brindisi

Caro Dr. Pezzati,

Ho preso visione della scheda sintetica che mi ha sottoposto, relativa al progetto di ricerca industriale **ITACHA** (Italian **T**echnologies for **A**dvanced **A**pplication in **C**ultural **H**eritage **A**ssets), in fase di presentazione nell'ambito dei **Programmi Operativi Nazionali (PON)** 2007-2013 finanziati dal Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca, e che vede INO – CNR tra i partner.

Considerati gli obiettivi che ITACHA intende perseguire relativi all'impiego di nuove metodologie e tecnologie diagnostiche e analitiche per la tutela e la valorizzazione dei beni culturali, e viste l'importanza dal punto di vista scientifico e l'attualità delle problematiche affrontate, si manifesta il particolare interesse di questo Ente per il progetto. Nell'auspicabile ipotesi che questo venga approvato, Le confermo inoltre la disponibilità da parte di OPD a concordare con INO – CNR un elenco di opere che possano diventare oggetto della sperimentazione delle tecnologie sviluppate nel corso di svolgimento del progetto.

Con l'occasione rivolgo un cordiale saluto.

Il Soprintendente
Isabella Lapi

/fg

Università degli Studi di Palermo

Centro Interdipartimentale
di Ricerche in Ingegneria dell'Automazione e dei Sistemi
C.I.R.I.A.S.

Università degli Studi di Palermo Centro Interdipartimentale di Ricerche in Ingegneria dell'Automazione e dei Sistemi Titolo III Classe 13 Fascicolo		
N. 14	15-03-2010	
UOR CIRIAS	CC	RPA Barbaro

Chiar.mo Prof.
Salvatore Lorusso
Dipartimento di Storie e Metodi per la
Conservazione dei Beni Culturali, Alma
Mater Studiorum –Università di Bologna
Via degli Ariani, 1
48121 Ravenna

Oggetto : Manifestazione d'interesse progetto IT@CHA

Il progetto di ricerca industriale **IT@CHA** (**I**talian **T**echnologies for **A**dvanced Application in **C**ultural **H**eritage **A**ssets), in fase di presentazione nell'ambito dei **Programmi Operativi Nazionali** (**PON**) 2007-2013 finanziato dal Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca, intende perseguire gli obiettivi scientifici relativi all'impiego di metodologie e tecnologie diagnostiche e analitiche per la tutela e la valorizzazione dei beni culturali.

Al riguardo si specifica che, sulla base della fondamentale conoscenza di carattere storico-artistico-logistico del sistema: bene culturale-ambiente, tali metodologie e tecnologie si riferiscono alle diverse fasi di controllo nell'ambito dell'intera gestione: diagnosi, restauro, manutenzione, gestione, valorizzazione e, quindi, condizioni ambientali idonee di conservazione.

Nel far presente l'importanza dal punto di vista scientifico e l'attualità delle problematiche succitate che coinvolgono le Unità Culturali del nostro Paese, si manifesta particolare interesse per il progetto di ricerca industriale **IT@CHA.**

Si consente, inoltre, che parte della ricerca presentata dal prof. Lorusso si svolgerà in collaborazione con l'Unità CIRIAS.

Con l'occasione porgo cordiali saluti

Prof. Salvatore Barbaro

Centro Interdipartimentale di Ricerche
in Ingegneria dell'Automazione e dei Sistemi (CIRIAS).

MARAMMA DELLA CATTEDRALE
DI PALERMO

Chiar.mo Prof.
Salvatore Lorusso
Dipartimento di Storie e Metodi per la
Conservazione dei Beni Culturali, Alma
Mater Studiorum -Università di Bologna
Via degli Ariani, 1
48121 Ravenna

Oggetto : Manifestazione d'interesse progetto IT@CHA

Il progetto di ricerca industriale **IT@CHA** (**I**talian **T**echnologies for **A**dvanced Application in **C**ultural **H**eritage **A**ssets), in fase di presentazione nell'ambito dei **Programmi Operativi Nazionali** (**PON**) 2007-2013 finanziato dal Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca, intende perseguire gli obiettivi scientifici relativi all'impiego di metodologie e tecnologie diagnostiche e analitiche per la tutela e la valorizzazione dei beni culturali.

Al riguardo si specifica che, sulla base della fondamentale conoscenza di carattere storico-artistico-logistico del sistema: bene culturale-ambiente, tali metodologie e tecnologie si riferiscono alle diverse fasi di controllo nell'ambito dell'intera gestione: diagnosi, restauro, manutenzione, gestione, valorizzazione e, quindi, condizioni ambientali idonee di conservazione

Nel far presente l'importanza dal punto di vista scientifico e l'attualità delle problematiche succitate che coinvolgono le Unità Culturali del nostro Paese, si manifesta particolare interesse per il progetto di ricerca industriale **IT@CHA.**

Si consente, inoltre, che la ricerca presentata dal prof. S. Lorusso nell'ambito del progetto si svolga presso i locali del museo del Tesoro della Cattedrale di Palermo.

Con l'occasione rivolgo un cordiale saluto.

MARAMMA DELLA CATTEDRALE * PALERMO *

Il Presidente
Maramma della Cattedrale

Fondazione Orestiadi

Chiar.mo Prof.
Salvatore Lorusso
Dipartimento di Storie e Metodi per la Conservazione dei Beni Culturali, Alma Mater Studiorum –Università di Bologna
Via degli Ariani, 1
48121 Ravenna

Prot. 38 Del 19.03.2010

Oggetto : Manifestazione d'interesse progetto IT@CHA da parte della Fondazione Orestiadi di Gibellina

Il progetto di ricerca industriale **IT@CHA** (**I**talian **T**echnologies for **A**dvanced Application in **C**ultural **H**eritage Assets), in fase di presentazione nell'ambito dei **Programmi Operativi Nazionali (PON)** 2007-2013 finanziato dal Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca, intende perseguire gli obiettivi scientifici relativi all'impiego di metodologie e tecnologie diagnostiche e analitiche per la tutela e la valorizzazione dei beni culturali.

Al riguardo si specifica che, sulla base della fondamentale conoscenza di carattere storico-artistico-logistico del sistema: bene culturale-ambiente, tali metodologie e tecnologie si riferiscono alle diverse fasi di controllo nell'ambito dell'intera gestione: diagnosi, restauro, manutenzione, gestione, valorizzazione e, quindi, condizioni ambientali idonee di conservazione

Nel far presente l'importanza dal punto di vista scientifico e l'attualità delle problematiche succitate che coinvolgono le Unità Culturali del nostro Paese, si manifesta particolare interesse per il progetto di ricerca industriale **IT@CHA.**

Si consente, inoltre, che il Museo delle Trame Mediterranee della Fondazione Orestiadi di Gibellina (TP), dopo opportuna pianificazione, sia utilizzato nell'ambito del progetto di ricerca presentato dal prof. S. Lorusso.

Con l'occasione rivolgo un cordiale saluto.

Sen. Ludovico Corrao
Presidente della Fondazione Orestiadi di Gibellina

Museo d'Arte della città di Ravenna

Via di Roma, 13
48100 Ravenna, Italia
Segreteria
tel. 39 0544 482035
fax 39 0544 482450
info@museocitta.ra.it
Ufficio stampa
tel. 39 0544 482775
fax 39 0544 212092
ufficio.stampa@museocitta.ra.it

COMUNE DI RAVENNA
17/03/2010
0027295
07.05

Claudio Spadoni
Direttore
Museo d'Arte della città
Via di Roma, 13
48121 Ravenna

Chiar.mo Prof.
Salvatore Lorusso
Dipartimento di Storie e Metodi per la
Conservazione dei Beni Culturali
Alam Mater Studiorum – Università di Bologna
Via degli Ariani, 1
48121 Ravenna

Oggetto: Manifestazione d'interesse progetto **IT@CHA**

Il progetto di ricerca industriale **IT@CHA** (Italian Technologies for Advanced Application in Cultural Heritage Assets), in fase di presentazione nell'ambito dei **Programmi Operativi Nazionali (PON)** 2007-2013 finanziato dal Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca, intende perseguire gli obiettivi scientifici relativi

all'impiego di metodologie e tecnologie diagnostiche e analitiche per la tutela e la valorizzazione dei beni culturali.

Al riguardo si specifica che, sulla base della fondamentale conoscenza di carattere storico-artistico-logistico del sistema: bene culturale-ambiente, tali metodologie e tecnologie si riferiscono alle diverse fasi di controllo nell'ambito dell'intera gestione: diagnosi, restauro, manutenzione, gestione, valorizzazione e, quindi, condizioni ambientali idonee di conservazione.

Nel far presente l'importanza dal punto di vista scientifico e l'attualità delle problematiche succitate che coinvolgono le Unità Culturali del nostro Paese, si manifesta particolare interesse per il progetto di ricerca industriale IT@CHA.

Si consente, inoltre, che la ricerca presentata dal Prof. S. Lorusso nell'ambito del progetto si svolga presso codesto Istituto.

Con l'occasione rivolgo un cordiale saluto.

Il Direttore
Claudio Spadoni

Consiglio Nazionale delle Ricerche

IVALSA

IVALSA - CNR - IVALSA
SC AMMINISTRAZ.
N. 0001181 19/03/2010

S. Michele a/Adige, 19/03/2010

Chiarmo Prof.
Salvatore Lorusso
Dipartimento di Storie e Metodi per la
Conservazione dei Beni Culturali, Alma
Mater Studiorum - Università di Bologna
Via degli Ariani, 1
48121 Ravenna

Oggetto: Manifestazione d'interesse progetto IT@CHA

Il progetto di ricerca industriale IT@CHA (Italian Technologies for Advanced Application in Cultural Heritage Assets), in fase di presentazione nell'ambito dei Programmi Operativi Nazionali (PON) 2007-2013 finanziato dal Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca, intende perseguire gli obiettivi scientifici relativi all'impiego di metodologie e tecnologie diagnostiche e analitiche per la tutela e la valorizzazione dei beni culturali.

Al riguardo si specifica che, sulla base della fondamentale conoscenza di carattere storico-artistico - logistico del sistema: bene culturale - ambiente, tali metodologie e tecnologie si riferiscono alle diverse fasi di controllo nell'ambito dell'intera gestione: diagnosi, restauro, manutenzione, gestione, valorizzazione e, quindi, condizioni ambientali idonee di conservazione.

Nel far presente l'importanza dal punto di vista scientifico e l'attualità delle problematiche succitate che coinvolgono le Unità Culturali del nostro Paese, si manifesta particolare interesse per il progetto di ricerca industriale IT@CHA.

Si consente, inoltre, che la ricerca presentata dal prof. S. Lorusso nell'ambito del progetto si svolga in collaborazione con codesto Istituto.

Con l'occasione rivolgo un cordiale saluto.

CNR-IVALSA
Sede legale
Via Biasi, 75
38010 San Michele all'Adige (TN)
www.ivalsa.cnr.it
C.F. 80054330586

Firenze
Via Madonna del Piano, 10
50019 Sesto Fiorentino (FI)
Tel. 055 5225 1
Fax 055 5225 200

Trento
Via Biasi, 75
38010 San Michele all'Adige (TN)
Tel. 0461 615 111
Fax 0461 615 400

Cosenza
Via Dante, 45
87036 Rende (CS)
Tel. 0984 466 1
Fax 0984 466 250

Regione Siciliana
Assessorato dei Beni Culturali e dell'Identità Siciliana
Dipartimento dei Beni Culturali e dell'Identità Siciliana
www.regione.sicilia.it/beniculturali

Area Soprintendenza del Mare
via Lungarini, 9 - 90133 Palermo
tel. 0916172615 – fax 0916230821
sopmare.area@regione.sicilia.it
www.regione.sicilia.it/beniculturali/sopmare

Partita Iva 02711070827
Codice Fiscale 80012000826

Palermo, prot. n 772/I/1 del 17 MAR. 2010 Rif. nota prot. n. _____ del _____
Allegati n.

Oggetto: Manifestazione d'interesse progetto IT@CHA

Chiar.mo Prof.
Salvatore Lorusso
Dipartimento di Storie e Metodi per la
Conservazione dei Beni Culturali, Alma Mater
Studiorum –Università di Bologna
Via degli Ariani, 1
48121 Ravenna

Si constata che il progetto di ricerca industriale **IT@CHA (I**talian **T**echnologies for **A**dvanced Application in **C**ultural **H**eritage **A**ssets), in fase di presentazione nell'ambito dei **Programmi Operativi Nazionali** (**PON**) 2007-2013 finanziato dal Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca, intende perseguire gli obiettivi scientifici relativi all'impiego di metodologie e tecnologie diagnostiche e analitiche per la tutela e la valorizzazione dei beni culturali.

Al riguardo si specifica che, sulla base della fondamentale conoscenza acquisita di carattere storico-artistico-logistico del sistema bene culturale-ambiente, tali metodologie e tecnologie si riferiscono alle diverse fasi di controllo nell'ambito dell'intera gestione di settore (diagnosi, restauro, manutenzione, gestione, valorizzazione e, quindi, condizioni ambientali idonee di conservazione).

Nel far presente l'importanza dal punto di vista scientifico e l'attualità delle problematiche succitate che coinvolgono le Unità Culturali del nostro Paese, si manifesta particolare interesse per il progetto di ricerca industriale **IT@CHA.**

Si consente, inoltre, che la ricerca presentata dal prof. S. Lorusso nell'ambito del progetto si possa svolgere presso questo Istituto.

Con l'occasione rivolgo un cordiale saluto.

REGIONE SICILIANA * ASSESSORATO DEI BENI CULTURALI E DELL'IDENTITÀ SICILIANA * SOPRINTENDENTE DEL MARE

IL SOPRINTENDENTE
Sebastiano Tusa

Responsabile procedimento _____ (se non indicato il responsabile è il dirigente preposto alla struttura organizzativa)
Stanza _____ Piano _____ Tel. _____ Durata procedimento _____ (ove non previsto da legge o regolamento è di 30 giorni)
Ufficio Relazioni con il Pubblico (URP) – urp.sopmare@regione.sicilia.it - Responsabile: Salvatore Emma
Stanza 6 Piano 1 Tel. 0916230638 Orario e giorni ricevimento Lun-Ven gio 9.00/13.00 – mart 9.00/13.00 e 15.00/17.00

Comune di Rimini

Direzione Cultura e Turismo
Settore Cultura
Musei Comunali
DIREZIONE

Via Cavalieri, 28 - 47900 Rimini - Italia
tel. 0541 704414 fax 0541 704410
musei@comune.rimini.it
www.comune.rimini.it
c.f.-p.iva 00304260409

Prot. n° 0043660

Rimini, 19 marzo 2010

Chiar.mo Prof.
Salvatore Lorusso
Dipartimento di Storie e Metodi per la
Conservazione dei Beni Culturali, Alma
Mater Studiorum –Università di Bologna
Via degli Ariani, 1
48121 Ravenna

Oggetto : Manifestazione d'interesse progetto IT@CHA

Il progetto di ricerca industriale **IT@CHA** (Italian Technologies for Advanced Application in Cultural Heritage Assets), in fase di presentazione nell'ambito dei **Programmi Operativi Nazionali (PON)** 2007-2013 finanziato dal Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca, intende perseguire gli obiettivi scientifici relativi all'impiego di metodologie e tecnologie diagnostiche e analitiche per la tutela e la valorizzazione dei beni culturali.

Al riguardo si specifica che, sulla base della fondamentale conoscenza di carattere storico-artistico-logistico del sistema: bene culturale-ambiente, tali metodologie e tecnologie si riferiscono alle diverse fasi di controllo nell'ambito dell'intera gestione: diagnosi, restauro, manutenzione, gestione, valorizzazione e, quindi, condizioni ambientali idonee di conservazione

Nel far presente l'importanza dal punto di vista scientifico e l'attualità delle problematiche succitate che coinvolgono le Unità Culturali del nostro Paese, si manifesta particolare interesse per il progetto di ricerca industriale **IT@CHA.**

Si consente, inoltre, che la ricerca presentata dal prof. S. Lorusso nell'ambito del progetto si svolga presso codesto Istituto.

Con l'occasione rivolgo un cordiale saluto.

Il Direttore dei Musei Comunali
(dott. Arch. Pier Luigi Foschi)

RIMINI

TELEFAX

23 MAR. 2010 .....20.....

Ministero per i Beni e le Attività Culturali
Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici
per le province di Ravenna, Ferrara, Forlì-Cesena, Rimini

Chiar.mo Prof.
Salvatore Lorusso
Dipartimento di Storie e Metodi per la
Conservazione dei Beni Culturali, Alma Mater
Studiorum – Università di Bologna
Via degli Ariani ,1
48121 RAVENNA

Prot. n° 3824 Allegati
Class. 34.04.07/1.2

Risposta al Foglio del
n°/ prot. ordin.

OGGETTO: Manifestazione d'interesse progetto IT@CHA.

Il progetto di ricerca industriale **IT@CHA** (Italian Technologies for Advanced Application in Cultural Heritage Assets), in fase di presentazione nell'ambito dei **Programmi Operativi Nazionali (PON)** 2007-2013 finanziato dal Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca, intende perseguire gli obiettivi scientifici relativi all'impiego di metodologie e tecnologie diagnostiche e analitiche per la tutela e la valorizzazione dei beni culturali.

Al riguardo si specifica che, sulla base della fondamentale conoscenza di carattere storico-artistico-logistico del sistema: bene culturale-ambiente, tali metodologie e tecnologie si riferiscono alle diverse fasi di controllo nell'ambito dell'intera gestione: diagnosi, restauro, manutenzione, gestione, valorizzazione e, quindi, condizioni ambientali idonee di conservazione

Nel far presente l'importanza dal punto di vista scientifico e l'attualità delle problematiche succitate che coinvolgono le Unità Culturali del nostro Paese, si manifesta particolare interesse per il progetto di ricerca industriale **IT@CHA**.

Nel panorama strategico sopra illustrato questa Soprintendenza ritiene opportuno sottolineare che gli interventi già programmati al Mausoleo di Teodorico ben si collocano all'interno degli obiettivi prefissi.

In quest'ottica si auspica, che la ricerca presentata dalla S.V., si svolga in collaborazione con questa Soprintendenza.

Con l'occasione rivolgo un cordiale saluto.

IL SOPRINTENDENTE
(Arch. Antonella Ranaldi)

VP

48100 RAVENNA - Via S. Vitale, 17 - Tel. (0544) 543711 - TELEFAX (0544)543732 - C.F.: 80 008 760 391
www.soprintendenzaravenna.beniculturali.it e-mail sbap-ra@beniculturali.it

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PALERMO - DIPARTIMENTO DI SCIENZE BOTANICHE

SEDE DIPARTIMENTALE: VIA ARCHIRAFI, 38 - 90123 PALERMO I - TEL. 091 6238111 - FAX 091 6238603 - ORTO BOTANICO: VIA LINCOLN, 2/A - 90123 PALERMO I - FAX 091 6238236

Cod. Fisc. 80023730825 - Part. IVA 00605880822

DIPARTIMENTO DI SCIENZE BOTANICHE UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PALERMO Anno ..... Titolo ..... Classe ..... Fascicolo	
N. 355	17.03.2010
UOR	CC / RPA

Chiar.mo Prof.
Salvatore Lorusso
Dipartimento di Storie e Metodi per la Conservazione dei Beni Culturali, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna
Via degli Ariani, 1
48121 Ravenna

Oggetto: Manifestazione d'interesse progetto IT@CHA

Il progetto di ricerca industriale **IT@CHA** (Italian Technologies for Advanced Application in Cultural Heritage Assets), in fase di presentazione nell'ambito dei **Programmi Operativi Nazionali (PON)** 2007-2013 finanziato dal Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca, intende perseguire gli obiettivi scientifici relativi all'impiego di metodologie e tecnologie diagnostiche e analitiche per la tutela e la valorizzazione dei beni culturali.

Al riguardo si specifica che, sulla base della fondamentale conoscenza di carattere storico-artistico-logistico del sistema: bene culturale-ambiente, tali metodologie e tecnologie si riferiscono alle diverse fasi di controllo nell'ambito dell'intera gestione: diagnosi, restauro, manutenzione, gestione, valorizzazione e, quindi, condizioni ambientali idonee di conservazione

Nel far presente l'importanza dal punto di vista scientifico e l'attualità delle problematiche suscitate che coinvolgono le Unità Culturali del nostro Paese, si manifesta particolare interesse per il progetto di ricerca industriale **IT@CHA.**

Si consenta, inoltre, che la ricerca presentata dal prof. S. Lorusso nell'ambito del progetto si svolga in collaborazione con il Laboratorio di Biologia Molecolare del Dipartimento di Scienze Botaniche, Università degli Studi di Palermo.

Con l'occasione rivolgo un cordiale saluto.

Prof. Franco Palla

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO - DIPARTIMENTO DI SCIENZE BOTANICHE

IL DIRETTORE
(Prof. Francesco M. Raimondo)

24/03 '10 MER 18:38 FAX 0544930717 DIP. BENI CULT. 012